



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月14日
Date of Application:

出願番号 特願2003-293390
Application Number:

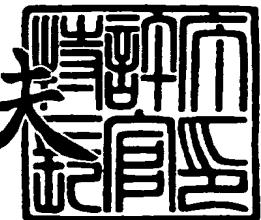
[ST. 10/C] : [JP2003-293390]

出願人 アルプラス電気株式会社
Applicant(s):

2004年 2月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康泰



【書類名】 特許願
【整理番号】 03A153AL
【提出日】 平成15年 8月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 5/31
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚1番7号 アルプス電気株式会社社内
 【氏名】 佐藤 清
【特許出願人】
 【識別番号】 000010098
 【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100085453
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫
【選任した代理人】
 【識別番号】 100121049
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三輪 正義
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 69330
 【出願日】 平成15年 3月14日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041070
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0202405



【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層と、前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置で前記下部コア層と直接的あるいは間接的に接続される磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記トロイダルコイル層は、前記下部コア層と磁性層間に形成された複数の第1コイル片と、前記磁性層上に形成された複数の第2コイル片とが接続されて成り、

前記第1コイル片の上面は、前記第2コイル片との接続面を除いて、絶縁層で覆われているとともに、前記第1コイル片の接続面は上方に持ち上げられて、前記接続面が前記絶縁層の上面から露出し、

前記第2コイル片が前記第1コイル片の接続面上に接して形成されることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】

トラック幅方向の中心からトラック幅方向に離れた位置での下部コア層上に持ち上げ層が設けられ、前記第1コイル片の一部は前記持ち上げ層上に乗り、乗った位置での前記第1コイル片の上面の一部が前記絶縁層の上面から露出し、この露出面が前記接続面となる請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記持ち上げ層の上面は平坦化面であり、この平坦化面上に乗った第1コイル片の上面の少なくとも一部が接続面となる請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】

前記第1コイル片は前記平坦化面の途中まで形成される請求項3記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記持ち上げ層の表面は湾曲面であり、この湾曲面上に乗った第1コイル片の上面の一部が接続面となる請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記第1コイル片は、前記湾曲面の途中まで形成される請求項5記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記絶縁層の上面、及び前記第1コイル片の接続面は同一の平坦化面である請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】

前記持ち上げ層は複数本の前記第1コイル片の下を横断している請求項2ないし7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】

前記持ち上げ層は、個々の第1コイル片の下にそれぞれ設けられている請求項2ないし7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】

前記下部コア層の上に、下から下部磁極層、ギャップ層及び前記磁性層である上部磁極層の順に構成された積層構造を有し、前記積層構造の前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅Twが決定される請求項1ないし9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】

前記下部コア層の上に、少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成され、記録媒体との対向面側の端面の、トラック幅方向における幅寸法でトラック幅Twが規定される磁極端層が設けられ、前記磁極端層の上に前記磁性層が積層されている請求項1ないし9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 12】**

前記磁性層は、前記上部磁極層よりも飽和磁束密度が低い請求項11記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】

前記第2コイル片の電流が流れる方向と直交する第1の方向の長さ寸法は、前記第1コイル片の前記第1の方向の長さ寸法よりも大きい請求項1ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 14】

前記第2コイル片の膜厚は、前記第1コイル片の膜厚よりも大きい請求項1ないし13のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 15】

以下の工程を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

- (a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、
- (b) 前記下部コア層のトラック幅方向の中心からトラック幅方向に離れた位置での下部コア層上に持ち上げ層を形成する工程と、
- (c) 複数本の第1コイル片を、ハイト方向に間隔を空けて、前記下部コア層の上方から前記持ち上げ層上にかけて形成する工程と、
- (d) コイル絶縁層を第1コイル片間及び第1コイル片上に形成する工程と、
- (f) 前記コイル絶縁層の上面を削って平坦化面に形成するとともに、前記持ち上げ層の上面に形成された第1コイル片の一部を前記コイル絶縁層の上面から露出させて、露出面を形成する工程と、
- (g) 前記コイル絶縁層上に磁性層を形成した後、前記磁性層の上方に第2コイル片を複数本形成し、このとき、前記第2コイル片の端部を前記第1コイル片に形成された前記露出面上に直接接触させ、前記第1コイル片と第2コイル片とから成るトロイダルコイル層を形成する工程。

【請求項 16】

前記(b)工程で、前記持ち上げ層の上面を平坦化面に形成し、前記(f)工程で、この平坦化面上に乗った前記第1コイル片の一部が前記露出面となるように研削加工を施す請求項15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 17】

前記(b)工程で、前記第1コイル片を前記平坦化面の途中まで形成する請求項16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 18】

前記(b)工程で、前記持ち上げ層の上面を湾曲面に形成し、前記(f)工程で、この湾曲面上に乗った前記第1コイル片の一部が前記露出面となるように研削加工を施す請求項15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 19】

前記(b)工程で、前記第1コイル片を前記湾曲面の途中まで形成する請求項18記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 20】

前記(f)工程で、前記コイル絶縁層の上面と前記第1コイル片に形成された前記露出面とを、同一の平坦化面に形成する請求項15ないし19のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 21】

前記(f)工程で、前記絶縁層と前記露出面とを、CMPにより同一の平坦化面に形成する請求項20記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 22】

前記(c)工程で、複数本の第1コイル片の下を持ち上げ層が横断するように、前記(b)工程で、前記持ち上げ層を帯状に形成する請求項15ないし21のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項23】

前記(c)工程で、個々の前記第1コイル片の下にそれぞれ持ち上げ層が形成されるよう、前記(b)工程で、前記持ち上げ層を個々に分断形成する請求項15ないし21のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁性層の周囲をトロイダル状に巻回されたコイル構造を有する薄膜磁気ヘッドに係り、特に第1コイル片と第2コイル片とをより簡単に接続でき、且つ接続抵抗を小さくできるとともに磁気飽和し難く、磁化効率の向上が可能な薄膜磁気ヘッドに関する。

【背景技術】

【0002】

以下に示す特許文献1には、インダクティブヘッド（記録ヘッド）を構成する磁性層の周囲をコイル片がトロイダル状に巻回された構成のトロイダル薄膜磁気ヘッドが開示されている。この薄膜磁気ヘッドの断面形状を図33に書き写した。

【0003】

図33に示すように、基板2上に、例えば絶縁層3を介して前記磁性層4の下方に形成された第1コイル片5が形成され、前記第1コイル片5の上に絶縁層6、磁性層4が形成されている。この磁性層4の両側面から上面にかけて絶縁層7が形成されており、この絶縁層7の上面から前記第1コイル片5の上面にかけ、スルーホール12を介して第2コイル片8が形成されている。前記第1コイル片5と、前記第2コイル片8とは接続部9で接した状態で電気的に接続されている。また、前記接続部9の側方には絶縁層10が形成され、前記第2コイル片8の上面から前記絶縁層7の上面にかけて絶縁層11が形成されている。

【0004】

一方、以下に示す特許文献2、3、4にも、インダクティブヘッド（記録ヘッド）を構成する磁性層の周囲をトロイダル状に巻回されたコイル片を有するトロイダル薄膜磁気ヘッドが開示されている。これらの薄膜磁気ヘッドでも、磁性層の下方に形成された第1コイル片と、前記磁性層の上方に形成された第2コイル片とが接した状態で電気的に接続されている。これらの薄膜磁気ヘッドでは、下部コア層の表面に凹部が形成されており、前記下部コア層の表面から前記凹部の底面にかけて、前記磁性層の下方に形成された第1コイル片が形成されている。前記第1コイル片の中央領域は前記凹部の上面から側面にかけて形成されており、前記第1コイル片の側端部は前記下部コア層の表面に形成されている。従って、前記第1コイル片の両側端部は前記中央領域よりも上方に位置するように構成されている。そして、前記第1コイル片の両側端部と前記第2コイル片の側端部とが接した状態で電気的に接続されている。

【特許文献1】特開平5-250636号公報

【特許文献2】特開昭50-147916号公報

【特許文献3】特開昭50-1457917号公報

【特許文献4】実開昭61-132516号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、前記特許文献1に開示された薄膜磁気ヘッド1では、前記第1コイル片5と前記第2コイル片8とを接続させるために、前記絶縁層7にスルーホール12を形成する必要がある。このスルーホール12はエッチング加工により行うことが開示されているが、スルーホール12を正確な位置や深さで高精度で形成するのは困難であるため、前記第1コイル片5と前記第2コイル片8との接続が不良になり、またコイル抵抗が増大するという問題があった。すなわち、前記スルーホール12が形成される位置がずれたり、スルーホール12の大きさが小さくなることで、前記第1コイル片5と前記第2コイル片8との接続面積が小さくなり、電気抵抗が大きくなる。その結果、前記接続部9附近で熱が発生しやすく、薄膜磁気ヘッドの内部が高温になる。薄膜磁気ヘッド内部が高温になると、コア層や絶縁層との熱膨張係数の差により、薄膜磁気ヘッドの記録媒体との対向面が基板（

スライダ) よりも前方に突出し、この結果、前記薄膜磁気ヘッドが記録媒体上に衝突しあなり、前記薄膜磁気ヘッドや前記記録媒体に損傷を与えててしまう。

【0006】

また前記スルーホールの形成時に、前記第1コイル片が損傷するといった問題もある。

また、前記特許文献1に開示された薄膜磁気ヘッド1では、前記第2コイル片8が斜め下方に傾斜した状態で前記第1コイル片5と接続されているが、この傾斜した部分では、メッキ成長し難いため膜厚が小さくなる。したがって、これによっても電気抵抗の増大や、熱の発生が生じるという問題がある。

【0007】

また前記特許文献2, 3, 4に開示された薄膜磁気ヘッドでは、下部コア層に凹部が形成された構成であるため、前記下部コア層の断面積が小さくなり、これにより磁気飽和しやすいといった問題がある。

【0008】

さらに前記特許文献2, 3, 4に開示された薄膜磁気ヘッドでは、特許文献1と同様に、第1コイル片の前記第2コイル片との接続部分では、スルーホールが形成され、前記スルーホールを介して前記第1コイル片と第2コイル片とが接続されるため、前記第1コイル片と第2コイル片間の接続不良などによって前記第1コイルと第2コイル片との接続部附近での電気抵抗が大きくなりやすく熱が生じやすい。またスルーホールを形成して第1コイル片と第2コイル片とを接続する方法では、前記スルーホールの形成時に前記第1コイル片が傷つきやすい。

【0009】

本発明は前記従来の課題を解決するものであり、第1コイル片と第2コイル片との接続をより簡単にでき、且つ接続抵抗を小さくできるとともに磁気飽和し難くし、磁化効率の向上が可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明における薄膜磁気ヘッドは、記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層と、前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置で前記下部コア層と直接的あるいは間接的に接続される磁性層と、前記磁性層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記トロイダルコイル層は、前記下部コア層と磁性層間に形成された複数の第1コイル片と、前記磁性層上に形成された複数の第2コイル片とが接続されて成り、

前記第1コイル片の上面は、前記第2コイル片との接続面を除いて、絶縁層で覆われているとともに、前記第1コイル片の接続面は上方に持ち上げられて、前記接続面が前記絶縁層の上面から露出し、

前記第2コイル片が前記第1コイル片の接続面上に接して形成されることを特徴とするものである。

【0011】

本発明における薄膜磁気ヘッドでは、前記第1コイル片の上面を覆う絶縁層の上面から前記第1コイル片の接続面が露出しており、前記接続面上に前記第2コイル片が直接接して形成されている。このように本発明では、従来のようにスルーホールなどを設けることなく前記第1コイル片と第2コイル片との接続を簡単に行うことができ、また前記第1コイル片と第2コイル片との接続を確実なものにできる。よって前記第1コイル片と第2コイル片とが接続する部分での電気抵抗を従来よりも小さくでき熱の発生を抑制できる。従って薄膜磁気ヘッドの内部での温度が高温になることを抑制でき薄膜磁気ヘッドの熱膨張量を小さくでき、前記薄膜磁気ヘッド及び記録媒体の損傷を防止できる。

【0012】

また本発明では、トラック幅方向の中心からトラック幅方向に離れた位置での下部コア層上に持ち上げ層が設けられ、前記第1コイル片の一部は前記持ち上げ層上に乗り、乗った位置での前記第1コイル片の上面の一部が前記絶縁層の上面から露出し、この露出面が

前記接続面となることが好ましい。

【0013】

前記持ち上げ層は下部コア層とは別体で形成されるものであるため、従来のように前記下部コア層に凹部を設けなくても前記第1コイル片の一部を前記持ち上げ層上に乗せることで、その乗せられた位置での前記第1コイル片の上面の一部を前記絶縁層の上面から簡単に露出させることができる。この形態では、前記第1コイル片の接続面の面積をコントロールしやすく、また前記接続面の周囲を同一の絶縁層で十分な膜厚をもって、第2コイル片との絶縁性を確保しやすい。また、前記下部コア層が磁気飽和し難く、良好な磁化特性を発揮することが可能となる。

【0014】

また、前記持ち上げ層の上面は平坦化面であり、この平坦化面上に乗った第1コイル片の上面の少なくとも一部が接続面となることが好ましい。このように構成すると、前記第1コイル片と前記第2コイル片との接続をさらに良好にことができる。

【0015】

なお、前記第1コイル片は前記平坦化面の途中まで形成される形態であると、特に前記平坦化面上に十分な膜厚で第1コイル片を形成できる。

【0016】

また本発明では、前記持ち上げ層の表面は湾曲面であり、この湾曲面上に乗った第1コイル片の上面の一部が接続面となる形態であってもよい。かかる場合でも前記第1コイル片は、前記湾曲面の途中まで形成されることが好ましい。

【0017】

また本発明では、前記絶縁層の上面、及び前記第1コイル片の接続面は同一の平坦化面であることが好ましい。このように構成することで前記磁性層を平坦化面上に形成しやすく、トラック幅Twを高精度に規制しやすい。また前記第1コイル片と第2コイル片との接続をより確実なものにできる。

【0018】

また前記持ち上げ層は複数本の前記第1コイル片の下を横断していてもよいし、前記持ち上げ層は、個々の第1コイル片の下にそれぞれ設けられている形態であってもよい。

【0019】

また、前記下部コア層の上に、下から下部磁極層、ギャップ層及び前記磁性層である上部磁極層の順に構成された積層構造を有し、前記積層構造の前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅Twが決定されるものとして構成することができる。

【0020】

上述した磁性層は、下部磁極層、ギャップ層及び前記磁性層である上部磁極層を有する積層構造が、記録媒体との対向面側とハイト方向側の両方で下部コア層と接続される構造になっており、前記磁性層を前記第1コイル片の上に平面状に形成することができる。

【0021】

または本発明では、前記下部コア層の上に、少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成され、記録媒体との対向面側の端面のトラック幅方向における幅寸法でトラック幅Twが規定される磁極端層が設けられ、前記磁極端層の上に前記磁性層が積層されているものとして構成することができる。

【0022】

本発明では、前記磁極端層は前記下部コア層の記録媒体との対向面側の端部上に形成され、前記磁性層が前記下部コア層のハイト側と前記磁極端層とを接続する上部コア層となる。前記第1コイル片と第2コイル片は、上部コア層である前記磁性層を軸にして巻回形成される。

【0023】

前記磁性層が上部コア層である本発明では、記録トラック幅の外側で磁気記録することを防ぐために、前記磁性層は、前記上部磁極層よりも飽和磁束密度が低いことが好ましい

。 【0024】

また、前記コイル層の発熱を低減するために、前記第2コイル片の電流が流れる方向と直交する第1の方向の長さ寸法は、前記第1コイル片の前記第1の方向の長さ寸法よりも大きいものとして構成することが好ましい。また、前記第2コイル片の膜厚は、前記第1コイル片の膜厚よりも大きいものとして構成することが好ましい。

【0025】

また本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

- (a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、
- (b) 前記下部コア層のトラック幅方向の中心からトラック幅方向に離れた位置での下部コア層上に持ち上げ層を形成する工程と、
- (c) 複数本の第1コイル片を、ハイト方向に間隔を空けて、前記下部コア層の上方から前記持ち上げ層上にかけて形成する工程と、
- (d) コイル絶縁層を第1コイル片間及び第1コイル片上に形成する工程と、
- (f) 前記コイル絶縁層の上面を削って平坦化面に形成するとともに、前記持ち上げ層の上面に形成された第1コイル片の一部を前記コイル絶縁層の上面から露出させて、露出面を形成する工程と、
- (g) 前記コイル絶縁層上に磁性層を形成した後、前記磁性層の上方に第2コイル片を複数本形成し、このとき、前記第2コイル片の端部を前記第1コイル片の前記露出面上に直接接触させ、前記第1コイル片と第2コイル片とから成るトロイダルコイル層を形成する工程。

【0026】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、前記第1コイル片の上面にコイル絶縁層が形成されていても、前記コイル絶縁層を研磨することにより、前記コイル絶縁層の上面に前記第1コイル片の一部を簡単に露出できる。ここで、この露出面は第2コイル片との接続面となるため、前記第1コイル片と前記第2コイル片とを接続するため、前記コイル絶縁層にスルーホールを形成する工程が必要ない。したがって、前記第2コイル片との接続面となる露出面を容易に、かつ正確な位置に高精度で形成することが可能である。また、前記コイル絶縁層を研磨する際にその削り量を調整することで、前記接続面を、所定の面積で露出させることができるために、前記第1コイル片と前記第2コイル片との接続を良好とすることが可能となり、電気抵抗の増大を抑制することができる。したがって、薄膜磁気ヘッドの内部での温度が高温になることを抑制でき、薄膜磁気ヘッドの熱膨張量を小さくでき、薄膜磁気ヘッドおよび記録媒体の損傷を防止できる。

【0027】

また、前記持ち上げ層は下部コア層とは別体で形成することができるため、従来のように前記下部コア層に凹部を設けなくても前記第1コイル片の一部を前記持ち上げ層上に乗せて形成することで、その乗せられた位置での前記第1コイル片の上面の一部を前記絶縁層の上面から簡単に露出させることができる。したがって、前記第1コイル片の接続面の面積をコントロールしやすく、また前記接続面の周囲を同一の絶縁層で十分な膜厚をもつて、第2コイル片との絶縁性を確保しやすい。また、前記下部コア層が磁気飽和し難く、良好な磁化特性を発揮することが可能となる。

【0028】

また、前記(b)工程で、前記持ち上げ層の上面を平坦化面に形成し、前記(f)工程で、この平坦化面上に乗った前記第1コイル片の一部が前記露出面となるように研削加工を施すことが好ましい。

【0029】

このように構成すると、前記第2コイル片との接続面となる前記露出面上に第2コイル片を乗せやすく、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続をさらに良好にすることができる。

【0030】

また、前記(b)工程で、前記第1コイル片を前記平坦化面の途中まで形成するものとして構成することができる。

このように構成すると、前記平坦化面上に十分な膜厚で第1コイル片を形成できる。

【0031】

また、前記(b)工程で、前記持ち上げ層の上面を湾曲面に形成し、前記(f)工程で、この湾曲面上に乗った前記第1コイル片の一部が前記露出面となるように研削加工を施すものとして構成しても良い。

【0032】

この場合、前記(b)工程で、前記第1コイル片を前記湾曲面の途中まで形成することもできる。

【0033】

また、前記(f)工程で、前記コイル絶縁層の上面と前記第1コイル片に形成された前記露出面とを、同一の平坦化面に形成することが好ましい。

【0034】

このように構成すると、前記コイル絶縁層36に形成される磁性層を所定形状で形成しやすく、前記磁性層の記録媒体との対向面での幅寸法で決定されるトラック幅Twを高精度に形成できるとともに、前記第1コイル片と前記第2コイル片との接続を確実に行うことができる。

【0035】

この場合、前記(f)工程で、前記絶縁層と前記露出面とを、CMPにより同一の平坦化面に形成することができる。

【0036】

また、前記(c)工程で、複数本の第1コイル片の下を持ち上げ層が横断するように、前記(b)工程で、前記持ち上げ層を帯状に形成するものとして構成しても良いし、または前記(c)工程で、個々の前記第1コイル片の下にそれぞれ持ち上げ層が形成されるよう、前記(b)工程で、前記持ち上げ層を個々に分断形成するものとして構成しても良い。

【発明の効果】**【0037】**

以上詳述した本発明の薄膜磁気ヘッドは、第1コイル片の第2コイル片との接続面を前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層上から露出させ、露出した前記接続面上に直接、前記第2コイル片を接合しているので、接続層などの介在部材やスルーホールなどの形成が必要なく、簡単に且つ確実に両コイル片の電気的な接続を行うことができるとともに、電気抵抗を低くすることができる。従って第1コイル片と第2コイル片とで構成されるトロイダルコイル構造から出る熱を従来に比べて少なくでき、前記薄膜磁気ヘッド内部での温度の上昇を抑制でき、熱膨張による薄膜磁気ヘッドの突出量を小さくすることができる。

【0038】

また、下部コア層に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層の断面積を大きくすることができる。したがって、前記下部コア層の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0039】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、コイル絶縁層を研磨することにより、前記コイル絶縁層の上面に第1コイル片に形成された接続面を簡単に露出できるため、接続面を容易に、しかも正確な位置に高精度で形成することができる。また、前記コイル絶縁層を研磨する際にその削り量を調整することで、前記接続面を所定の面積で露出させることができたため、前記第1コイル片と前記第2コイル片との接続を良好とすることが可能となり、電気抵抗の増大を抑制することができる。したがって、製造された薄膜磁気ヘッドは、内部での温度が高温になることによる熱膨張量を小さくでき、薄膜磁気ヘッドおよび記録媒体の損傷を防止できる。

● 【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

図1は、本発明における第1実施形態の薄膜磁気ヘッド1Aの構造を示す部分縦面図、図2は図1に示す薄膜磁気ヘッド1Aから隆起層32、保護層60、MRヘッド等を図面上除き、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を記録媒体との対向面側から見た部分正面図、図3は図1に示す薄膜磁気ヘッド1Aのコイル構造を説明するための部分平面図、図4は図1に示す薄膜磁気ヘッド1Aの第1コイル片および前記第1コイル片の下方に形成された持ち上げ層を示す部分断面図、図5は図1に示す薄膜磁気ヘッド1Aの一部の構造を示した部分拡大斜視図である。

【0041】

なお以下では図示X方向をトラック幅方向と呼び、図示Y方向をハイト方向と呼ぶ。また図示Z方向は記録媒体（磁気ディスク）の進行方向である。また薄膜磁気ヘッドの前面（図1に示す最左面）を「記録媒体との対向面」と呼ぶ。さらに各層において「前面」とは図1における左側の面を指し「後面」とは図1における右側の面を指す。

【0042】

また図面を用いて説明する薄膜磁気ヘッド1Aは、記録用ヘッド（インダクティブヘッドとも言う）と再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）とが複合された薄膜磁気ヘッドであるが、記録用ヘッドのみで構成された薄膜磁気ヘッドであってもよい。

【0043】

符号20はアルミニナチタンカーバイト（Al₂O₃-TiC）などで形成された基板であり、前記基板20上にAl₂O₃層21が形成されている。

【0044】

前記Al₂O₃層21上には、NiFe系合金やセンダストなどで形成された下部シールド層22が形成され、前記下部シールド層22の上にAl₂O₃などで形成された下部ギャップ層23が形成されている。

【0045】

前記下部ギャップ層23の上の記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さでスピンドル型薄膜素子などのGMR素子に代表される磁気抵抗効果素子24が形成され、前記磁気抵抗効果素子24のトラック幅方向（図示X方向）の両側にはハイト方向（図示Y方向）に長く延びる電極層25が形成されている。

【0046】

前記磁気抵抗効果素子24上及び電極層25上にはAl₂O₃などで形成された上部ギャップ層26が形成され、前記上部ギャップ層26上にはNiFe系合金などで形成された上部シールド層27が形成されている。

【0047】

前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までを再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）と呼ぶ。

【0048】

図1に示すように前記上部シールド層27上には、Al₂O₃などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層29が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層29が上部シールド層をも兼ね備える。

【0049】

図1では、前記分離層28の上に下部コア層29が形成されている。前記下部コア層29はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層29は記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層29の後端面29aよりもハイト方向後方及び前記下部コア層29のトラック幅方向（図示X方向）における両側には非磁性絶縁材料層31が設けられている。図1に示すように前記下部コア層29及び非磁性絶縁材料層31の各層の表面は連続した平坦化面である。

【0050】

前記下部コア層29上には記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)にかけて所定の長さ寸法L1(図5を参照)で形成された隆起層32が形成されている。さらに前記隆起層32のハイト方向後端面32aからハイト方向(図示Y方向)に所定距離離れた位置にバックギャップ層33が前記下部コア層29上に形成されている。

【0051】

前記隆起層32及びバックギャップ層33は磁性材料で形成され、前記下部コア層29と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。また前記隆起層32及びバックギャップ層33は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。前記隆起層32及びバックギャップ層33は前記下部コア層29に磁気的に接続されている。

【0052】

図1に示すように、前記隆起層32とバックギャップ層33間の下部コア層29上にはコイル絶縁下地層34が形成され、前記コイル絶縁下地層34上には、図3に示すようにトラック幅方向(図示X方向)に延びる複数本の第1コイル片55がハイト方向に並んで形成されている。

【0053】

前記第1コイル片55上はAl₂O₃などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層36で埋められている。図1に示すように前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、及びバックギャップ層33の上面は図1に示す基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

【0054】

図1に示すように前記隆起層32及びコイル絶縁層36の平坦化面上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層38が形成されている。

【0055】

図1に示す実施形態では前記Gd決め層38の前端面38aは、隆起層32上にあり、また前記Gd決め層38の後端面38bはコイル絶縁層36上にある。

【0056】

また図1に示すように、記録媒体との対向面から前記Gd決め層38の前端面38aまでの隆起層32上、前記Gd決め層38の後端面38bよりハイト方向のコイル絶縁層36上、及び前記バックギャップ層33上に、下から下部磁極層39及びギャップ層40が形成されている。前記下部磁極層39及びギャップ層40はメッキ形成されている。

【0057】

また図1に示すように前記ギャップ層40上及びGd決め層38上には、本発明の磁性層である上部磁極層41がメッキ形成され、さらに前記上部磁極層41上には上部コア層42がメッキ形成されている。前記上部磁極層41は、前記バックギャップ層33を介して、前記下部コア層29と直接的あるいは間接的に接続されている。

【0058】

この実施の形態では、前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層で積層体62が構成されている。なお、前記積層体62は図1に示すように、下から下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の順に積層された4層構造であるものに限定されるものではなく、例えば前記積層体62が、下から下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41の順に積層された3層構造で構成されるものであっても良い。

【0059】

図1及び図2に示すように前記積層体62の上面62aからトラック幅方向の両側端面62bにかけて例えばAl₂O₃やSiO₂などの無機絶縁材料や、レジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層58が形成されている。

【0060】

図1ないし図3に示すように前記絶縁層58の上に、トラック幅方向(図示X方向)からハイト方向(図示Y方向)に延びる複数本の第2コイル片56がハイト方向に並んで形成されている。

【0061】

図2に示すように、前記第1コイル片55の上面55eは前記コイル絶縁層36によつて覆われている。しかし、全ての前記上面55eが前記コイル絶縁層36によって覆われているわけではなく、前記第1コイル片55の第2コイル片56との接続面81は前記コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面で形成される。

【0062】

図2及び図3に示すように、この薄膜磁気ヘッド1Aにおけるトラック幅方向の中心B-Bからトラック幅方向に離れた位置での下部コア層29上には持ち上げ層80が形成される。この持ち上げ層80は所定の寸法を有して形成され、また図3や図4のように、各第1コイル片55の下を横断するように帯状で形成される。前記持ち上げ層80は例えばレジストによる有機絶縁材料などの絶縁材料により形成される。

【0063】

前記第1コイル片55は、コイル絶縁下地層34上から前記持ち上げ層80上にかけて形成される。このため前記持ち上げ層80上に形成された第1コイル片55の端部領域55a, 55bは中央領域55fに比べて上方に持ち上げられ、前記持ち上げ層80上に乗った前記端部領域55a, 55bの一部が前記コイル絶縁層36の上面36aから露出し、この露出面が接続面81となっている。

【0064】

なお図2に示す実施の形態では、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bは、前記持ち上げ層80よりもさらに中心B-Bから離れる方向に延出し、前記第1コイル片55のトラック幅方向における端面55c, 55dは、前記持ち上げ層80のトラック幅方向の外方に位置するように構成されている。

【0065】

図2に示すように、前記持ち上げ層80は、X-Z平面と平行な方向における断面形状が所定の高さ寸法h1を有した半円形状や半楕円形状で構成されている。このため前記持ち上げ層80の表面は湾曲面となっている。

【0066】

ここで前記高さ寸法h1は、前記コイル絶縁下地層34の上面から前記持ち上げ層80の最も高い位置までの高さ寸法を意味する。

【0067】

前記のように持ち上げ層80は所定の高さ寸法h1を有しているため、図2、図3および図4に示すように、前記第1コイル層55は前記持ち上げ層80の上に形成されている前記端部領域55a, 55bが、その他の領域部分よりも上方に突出し、前記持ち上げ層80上に乗った位置での第1コイル片55の上面の一部を接続面81として形成することができる。

【0068】

前記接続面81は、前記接続面81以外の第1コイル片55の上面55eを覆う前記コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面であることが好ましい。このような平坦化面はCMP技術などによる研削加工によって形成される。図2に示すように、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bは、前記接続面81上に直接接し、電気的に接続した状態である。すなわち、前記第1コイル片55の一方の端部領域55aは前記接続面81において、前記第2コイル片56の一方の端部領域56aと直接に接した状態で電気的に接続されている。同様に、前記第1コイル片55の他方の端部領域55bは前記接続面81において、前記第2コイル片56の他方の端部領域56bと直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0069】

また図3に示すように、引出し層59は、最後方に形成された前記第2コイル片56よ

りもハイト方向後方に形成され、最後方に形成された前記第1コイル片55と前記接続面81において直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0070】

このように図1に示す薄膜磁気ヘッド1Aでは、前記積層体62の膜厚方向の上下で対向する第1コイル片55のトラック幅方向における端部領域55a, 55bと第2コイル片56のトラック幅方向における端部領域56a, 56bとが、前記接続面81で直接に接した状態で電気的に接続され、トロイダル状のコイル構造57が形成されている。

【0071】

前記薄膜磁気ヘッド1Aでは、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56とが、例えれば接続層などの介在部材を介さずに、直接に接触した状態で電気的に接続されているため、介在部材の電気抵抗が発生しない。また、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下には持ち上げ層80が形成され、これによって前記端部領域55a, 55bが中央領域55fよりも上方に持ち上げるため、第1コイル片55の上面55eに前記コイル絶縁層36が形成されていても、前記コイル絶縁層36をCMPなどにより研磨すれば、前記第2コイル片56との接続面81を簡単に露出でき、前記コイル絶縁層36にスルーホールを形成する工程が必要ない。仮に、前記コイル絶縁層36にスルーホールを形成するものとすると、前記スルーホールはエッチング加工により行うことになるが、エッチングでは前記スルーホールを正確な位置や深さで高精度で形成するのは困難であるため、前記スルーホールが形成される位置がずれることによって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続面積が小さくなり、電気抵抗が大きくなり、その結果、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続部で熱が発生するという問題が生じる。また前記スルーホールの形成時に前記第1コイル片の端部領域55a, 55bに損傷を与えるといった問題もある。

【0072】

これに対し、前記薄膜磁気ヘッド1Aでは、前記接続面81は、持ち上げ層80が形成される位置によって決定されるが、この持ち上げ層80は、レジストによるフォトエッチングによって形成することができるため、正確な位置に高精度で形成することが可能である。また、前記コイル絶縁層36をCMP技術などにより研磨する際にその削り量を調整することで、前記接続面81を、所定の面積で露出させることができる。そのため、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続を良好とすることが可能となり、電気抵抗の増大を抑制することができる。

【0073】

さらに、前記下部コア層29に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層29の断面積を大きくすることができる。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0074】

また本実施の形態のように、下部コア層29上に帯状の持ち上げ層81を必要な部分にのみ設けることで、接続面81以外の部分での第1コイル片55と第2コイル片56間の絶縁性や第1コイル片55や積層体62間の絶縁性はもちろんのこと、前記第1コイル片55の端面55c, 55dよりも外方領域や各第1コイル片55間での下部コア層29と第2コイル片56や積層体62との絶縁性も、前記第1コイル片55の上面55eを覆うコイル絶縁層36により十分な膜厚をもって確保しやすい。

【0075】

また、前記接続面81はコイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されているため、前記接続面81上に第2コイル片56の端部領域56a, 56bを乗せやすく、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続を良好にすることができる。したがって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接触抵抗を更に低く抑えることが可能となる。また前記コイル絶縁層36の上面36aが平坦化面であるので、前記コイル絶縁層36上に形成される積層体62を所定形状で形成しやすく、前記積層体62の記録媒体との対向面での幅寸法で決定されるトラック幅Twを高精度に形成できる。

【0076】

また前記接続面81での面積を大きくして前記第2コイル片56との接続を良好にするには、少なくとも前記第1コイル片55の前記持ち上げ層80上に乗る位置での端部領域55a, 55bの幅寸法を中央領域55fでの幅寸法に比べて大きくすることが好ましい。また前記持ち上げ層80上に乗る位置での端部領域55a, 55bの幅寸法を、第2コイル片56の幅寸法より大きくすることが好ましい。また前記接続面81の面積は前記接続面81上及びコイル絶縁層36上に乗る部分での第2コイル片56の端部領域56a、56bの下面56a1, 56b1の面積より小さくてもよいが、小さすぎると電気抵抗が高くなってしまうため、前記接続面81の面積は、前記接続面81上及びコイル絶縁層36上に乗る部分での第2コイル片56の端部領域56a、56bの下面56a1, 56b1の面積の50%~100%の範囲内であることが好ましい。

【0077】

図4に示す実施の形態では、前記持ち上げ層80は所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で構成され、複数本の第1コイル片55の下を横断しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図6に示すように、持ち上げ層80は複数の持ち上げ片80aからなり、前記持ち上げ片80aは各第1コイル片55の下にそれぞれ設けられ、この各持ち上げ層80aが個々の第1コイル片55の端部領域55a, 55bを、それぞれ上方に持ち上げるように構成されていても良い。

【0078】

図7は本発明の第2の実施の形態の薄膜磁気ヘッド1Bを示す部分正面図であり、図2に相当するものである。また、図8は図7に示す薄膜磁気ヘッド1Bの第1コイル片および前記第1コイル片の下方に形成された持ち上げ層を示す部分断面図であり、図4に相当するものである。

【0079】

図7および図8に示す薄膜磁気ヘッド1Bは、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分を有して構成されている。したがって、図7および図8では、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0080】

図7および図8に示すように、前記薄膜磁気ヘッド1Bも、持ち上げ層80が前記下部コア層29の上に形成された前記コイル絶縁層34の上に位置して形成されている。前記持ち上げ層80は、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下方に、複数の前記第1コイル片55のそれぞれの前記端部領域55a, 55bの下を横断するように、記録媒体との対向面からハイト方向に実質的に延びて形成されている。

【0081】

図7に示すように、前記持ち上げ層80は、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h1を有した半円形状や半楕円形状で構成されている。ここで前記高さ寸法h1は、前記コイル絶縁層34の上面から前記持ち上げ層80の最も高い位置までの高さ寸法を意味する。

【0082】

図7および図8に示すように、前記薄膜磁気ヘッド1Bは、第1コイル片55のトラック幅方向における端面55c, 55dが、持ち上げ層80の上面に位置するように構成されている。すなわち前記第1コイル片55は、トラック幅方向にて持ち上げ層80間に挟まれた位置でのコイル絶縁下地層34上から前記持ち上げ層80の途中にまで延びて形成されている。

【0083】

図7および図8に示すように、前記第1コイル片55の端部領域56a, 56bは、前記持ち上げ層80の上に形成されている。この持ち上げ層80は前記したように所定の高さ寸法h1を有しているため、前記第1コイル層55は前記持ち上げ層80の上に形成されている前記端部領域55a, 55bが、中央領域55fよりも上方に突出し、持ち上げ

層80上に乗った位置での端部領域55a, 55bの上面の一部が、前記コイル絶縁層36の上面36aから露出し、その露出面が接続面81となる。図7に示すように、前記接続面81は前記コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されている。

【0084】

前記接続面81上には、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bが直接に接触し、前記第1コイル片55と第2コイル片56とが電気的に接続した状態である。すなわち、前記第1コイル片55の一方の端部領域55aは前記接続面81において、前記第2コイル片56の一方の端部領域56aと直接に接した状態で電気的に接続されている。同様に、前記第1コイル片55の他方の端部領域55bは前記接続面81において、前記第2コイル片56の他方の端部領域56bと直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0085】

このように構成された前記薄膜磁気ヘッド1Bでも、接続面81を所定面積でコイル絶縁層36の上面36aから露出させることができ、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56とを、直接に接触した状態で電気的に接続できるので、接続層などの介在部材やスルーホールなどを形成する必要がなく、電気抵抗を低くすることができる。

【0086】

また、前記下部コア層29に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層29の断面積を大きくすることができる。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0087】

また、前記接続面81はコイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されているため、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bを前記接続面81上に確実に且つ簡単に導通接続できる。したがって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接触抵抗を更に低く抑えることが可能となる。また前記コイル絶縁層36上に所定形状の積層体62を形成しやすい。

【0088】

また前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bを図2のようにトラック幅方向における持ち上げ層80を越えてその外方にまで延出形成せず、図7のように前記持ち上げ層80の表面の途中までしか形成しないことで、第1コイル片55の形成時に、持ち上げ層80上に乗った部分での前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの上面が、中央領域55fの上面と同じ位相での平坦化面になろうと第1コイル片55の上面全体が均される現象、いわゆるレベリング効果が生じる。このレベリング効果を抑制でき、前記持ち上げ層80上に前記端部領域55a, 55bを厚い膜厚で形成できる。この結果、前記接続面81をコイル絶縁層36内に埋没している第1コイル片55の上面55eに比べて十分に上方に持ち上げることができ、前記第1コイル片55の上面55eと積層体62間の絶縁性などを十分に確保しやすい。

【0089】

図7及び図8に示す実施の形態では、前記持ち上げ層80は所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で構成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図9に示すように、前記持ち上げ層80は複数の持ち上げ片80aによって構成され、この各持ち上げ片80aが各第1コイル片55の端部領域55a, 55b下にそれぞれ設けられていてもよい。これにより各第1コイル片55の端部領域55a, 55bが、個々に設けられた持ち上げ片80aによって上方に持ち上げられる。

【0090】

図8に示すように、帯状に延びる一体の持ち上げ層80が複数の各第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下を横断するように設けられている方が製造を容易化できるが、図9のように、持ち上げ層80を複数の持ち上げ片80aに分断形成しても良い。

【0091】

図10は本発明の第3の実施の形態の薄膜磁気ヘッド1Cを示す部分正面図であり、図2に相当するものである。また、図11は図10に示す薄膜磁気ヘッド1Cの第1コイル

片および前記第1コイル片の下方に形成された持ち上げ層を示す部分断面図であり、図4に相当するものである。

【0092】

図10および図11に示す薄膜磁気ヘッド1Cは、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分を有して構成されている。したがって、図10および図11では、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0093】

図10および図11に示すように、前記薄膜磁気ヘッド1Cも、所定の幅寸法を有する帯状の持ち上げ層180が、トラック幅方向の中心B-Bからトラック幅方向に離れた位置での前記コイル絶縁下地層34の上に位置して形成されている。前記持ち上げ層180は、例えばレジストによる有機絶縁材料により形成され、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下に、各第1コイル片55を横断するように記録媒体との対向面からハイト方向に実質的に延びて形成されている。

【0094】

図10に示すように、前記持ち上げ層180は、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h2を有した略台形状の形状で構成されている。ここで前記高さ寸法h2は、前記コイル絶縁層34の上面から前記持ち上げ層180の最も高い位置までの高さ寸法を意味する。

【0095】

図10に示すように、前記持ち上げ層180の上面180bには平坦化面が形成されている。

【0096】

図10および図11に示すように、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bは、前記持ち上げ層180の上に形成されており、第1コイル片55のトラック幅方向における端面55c, 55dが、平坦化された前記上面180bの上に位置するよう構成されている。すなわち前記第1コイル片55は、トラック幅方向にて前記持ち上げ層180間に挟まれたコイル絶縁下地層34上から前記持ち上げ層180の上面180bの途中にまで形成されている。この持ち上げ層180は前記したように所定の高さ寸法h2を有しているため、前記第1コイル層55は前記持ち上げ層180の上に形成されている前記端部領域55a, 55bが、中央領域55fよりも上方に突出し、前記持ち上げ層180上面に乗った部分での前記第1コイル片55の端部領域55a, 55b上面の少なくとも一部がコイル絶縁層36の上面36aから露出した状態になっており、この露出面が接続面181となる。

【0097】

前記持ち上げ層180の上面180bは平坦化面に形成されているため、前記上面180bの上に形成される前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bは厚さ寸法t1が大きく形成されやすい。すなわち、前記持ち上げ層180の上面180bに前記第1コイル片55は、後記するようにフレームメッキ法により形成されるが、このとき、前記持ち上げ層180の上面180bが平坦化面に構成されていると、前記第1コイル片55が図示Z方向にメッキ成長しやすくなり、前記膜厚t1を大きくすることが可能になるのである。前記膜厚t1が大きく構成されると、前記接続面181の面積を所定面積に画定しやすいとともに、第1コイル片55と積層体62間のコイル絶縁層36の膜厚を厚くできるので、前記第1コイル片55と積層体62間の絶縁性を良好に保ちやすい。

【0098】

前記接続面181は、前記コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されていることが好ましい。

【0099】

前記接続面181上には、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bの下面が直接に接触し、前記第1コイル片55と第2コイル片56とが電気的に接続した状態である

。すなわち、前記第1コイル片55の一方の端部領域55aは前記接続面181において、前記第2コイル片56の一方の端部領域56aと直接に接した状態で電気的に接続されている。同様に、前記第1コイル片55の他方の端部領域55bは前記接続面181において、前記第2コイル片56の他方の端部領域56bと直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0100】

このように図10及び図11に示す薄膜磁気ヘッド1Cでは、前記積層体62の膜厚方向の上下で対向する第1コイル片55のトラック幅方向における端部領域55a, 55bと第2コイル片56のトラック幅方向における端部領域56a, 56bとが、前記接続面181で直接に接した状態で電気的に接続され、トロイダル状のコイル構造57が形成されている。

【0101】

このように構成された前記薄膜磁気ヘッド1Cでも、前記接続面181をコイル絶縁層36の上面36aから確実に露出させることができ、この接続面181上に第2コイル片56の端部領域56a, 56bを直接接して形成できるため、接続層などの介在部材やスルーホールの形成を必要とせず、第1コイル片55と第2コイル片56との接続を確実且つ簡単なものにできるとともに、電気抵抗を低くすることができる。

【0102】

また、前記下部コア層29に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層29の断面積を大きくすることができる。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0103】

さらに図10及び図11のように、下部コア層29上に必要な部分にのみ持ち上げ層180を設ければよいので、持ち上げ層180から外れる位置でのコイル絶縁層36の膜厚を厚く形成でき、前記接続面181以外における第1コイル片55と第2コイル片56間の絶縁性や、前記第1コイル片55とコイル絶縁層36間の絶縁性を十分に保つことが可能である。

【0104】

また、前記接続面181はコイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面として形成されるため、前記接続面181上に第2コイル片56の端部領域56a, 56bを確実に接合でき、第1コイル片55と第2コイル片56との接続を良好なものにできる。また前記コイル絶縁層36上に形成される積層体62を所定形状に形成しやすく、前記積層体62の記録媒体との対向面での幅で決められるトラック幅Twを精度良く形成できる。

【0105】

図11に示す実施の形態では、前記持ち上げ層180は所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で構成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図12に示すように、前記持ち上げ層180は複数の持ち上げ片180aによって分断形成され、前記持ち上げ片180aが各第1コイル片55の端部領域55a, 55bを、それぞれ上方に持ち上げるように構成されていても良い。図12に示すように、帯状に延びる一体の持ち上げ層180が複数の各第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下を横断するように形成されると、前記持ち上げ層180の製造が容易になる。

【0106】

また、図12のように前記持ち上げ層180を個々の持ち上げ片180aに分断し、各持ち上げ片180a上にそれぞれの第1コイル片55の端部領域55a, 55bを形成すると、前記持ち上げ片180a間に空間ができるので、この部分にコイル絶縁層36を厚い膜厚で形成でき、隣り合う第1コイル片55の端部領域55a, 55b間の絶縁性を良好に保つことができる。

【0107】

また図10ないし図11のように、前記持ち上げ層180の上面180aが平坦化されたものであると、この上面180aに前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bを

乗り上げ形成しやすく、また前記端部領域55a, 55bでの膜厚t1を所定膜厚で形成しやすい。ただし、前記第1コイル片55の両側端面55c, 55dは前記持ち上げ層180の上面180bの途中にあることが好ましく、仮に図2のように前記両側端面55c, 55dをトラック幅方向にて前記持ち上げ層180の外方にまで延出形成すると、レベリング効果が発生しやすく、前記持ち上げ層180の上面180aに乗る部分での持ち上げ層180の膜厚t1が小さくなりやすい。よって前記レベリング効果を抑制するには、前記第1コイル片55を前記持ち上げ層180の上面180bの途中までしか形成しないようにすることが好ましい。

【0108】

なお上記のレベリング効果は特に上面180bが平坦化面となっている図10のような断面が略台形状や略矩形状である持ち上げ層180の上面180bに第1コイル片55を乗り上げ形成した場合の方が、表面が湾曲面である図2のような持ち上げ層80上に第1コイル片55を乗り上げ形成する場合に比べて大きいものと考えられる。このため表面が湾曲面である持ち上げ層80を用いる場合は、図2のように前記持ち上げ層80を越えて、その外方にまで前記第1コイル片55を延出形成してもレベリング効果は、持ち上げ層180を用い前記持ち上げ層180を超えてその外方にまで第1コイル片55を延出形成する場合に比べて小さいものと考えられる。

【0109】

図13は本発明の第4の実施の形態の薄膜磁気ヘッド1Dを示す部分正面図であり、図2に相当するものである。また、図14は図13に示す薄膜磁気ヘッド1Dの第1コイル片および前記第1コイル片の下方に形成された持ち上げ層を示す部分断面図であり、図4に相当するものである。

【0110】

図13および図14に示す薄膜磁気ヘッド1Dは、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分を有して構成されている。したがって、図13および図14では、図1ないし図5に示す薄膜磁気ヘッド1Aと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0111】

図13および図14に示すように、前記薄膜磁気ヘッド1Dも、持ち上げ層280が中心B-Bからトラック幅方向に離れた位置での前記下部コア層29の上に形成された前記コイル絶縁層34の上に位置して形成されている。前記持ち上げ層280は、例えばレジストによる有機絶縁材料などの絶縁材料により形成された複数の持ち上げ片280aによって構成されている。前記持ち上げ片280aは、各第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下に、それぞれ設けられている。

【0112】

図13および図14に示すように、前記持ち上げ片280aは、断面形状が所定の高さ寸法h3を有した半円球形状で構成されている。ここで前記高さ寸法h3は、前記コイル絶縁層34の上面から前記持ち上げ片280aの最も高い位置までの高さ寸法を意味する。

【0113】

図15は、前記第1コイル片55および前記持ち上げ片280aを示す部分拡大平面図である。図13および図14に示す薄膜磁気ヘッド1Dでは前記持ち上げ片280aのX-Y平面と平行な方向での断面は略円状であり、図15に示すように、前記持ち上げ片280aの直径寸法dは、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの幅寸法w1よりも大きく形成されている。

【0114】

図13ないし図15に示すように、前記薄膜磁気ヘッド1Dは、第1コイル片55のトラック幅方向における端面55c, 55dが、持ち上げ片280aの表面280b上に位置するように構成されている。

【0115】

図13または図14に示すように、前記第1コイル片55の端部領域56a, 56bの少なくとも一部は、前記持ち上げ片280aの上に形成されている。この持ち上げ片280aは前記したように所定の高さ寸法h3を有しているため、前記第1コイル片55は前記持ち上げ片280aの上に形成されている前記端部領域55a, 55bが、前記第1コイル片55の中央領域55fに比べて上方に突出し、前記持ち上げ片280a上に乗った位置での前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの一部が前記コイル絶縁層36の上面36aから露出し、この露出面が接続面281となる。

【0116】

前記接続面281は、前記コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されることが好ましい。

【0117】

前記接続面281上には、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bが直接に接触し、前記第1コイル片55と第2コイル片56とが電気的に接続した状態である。すなわち、前記第1コイル片55の一方の端部領域55aは前記接続面281において、前記第2コイル片56の一方の端部領域56aと直接に接した状態で電気的に接続されている。同様に、前記第1コイル片55の他方の端部領域55bは前記接続面281において、前記第2コイル片56の他方の端部領域56bと直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0118】

このように構成された前記薄膜磁気ヘッド1Dでも、コイル絶縁層36の上面36aから前記接続面281を確実且つ簡単に露出させることができ、接続層などの介在部材やスルーホールの形成などが必要なくとも、前記第2コイル片56の端部領域56a, 56bを前記接続面281上に接合するだけで、前記第1コイル片55と第2コイル片56とを良好に接続させることができる。

【0119】

また、前記下部コア層29に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層29の断面積を大きくすることができる。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0120】

また、前記接続面281は、コイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面で形成されるので、前記接続面281上に確実に第2コイル片56の端部領域56a, 56bを接合させることができるとともに、前記コイル絶縁層36上に所定形状で積層体62を形成でき、前記積層体62の記録媒体との対向面でのトラック幅方向の幅で決められるトラック幅Twを高精度に形成することができる。

【0121】

図13ないし図15に示す実施の形態では、前記持ち上げ片280aの直径寸法dは、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの幅寸法w1よりも小さく形成されている。ただし本発明はこれに限定されるものではなく、図16に示すように、前記持ち上げ片280aの直径寸法dが、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bの幅寸法w1よりも大きく形成されるものであっても良い。

【0122】

なお図15のように、端部領域55a, 55bの幅寸法w1より前記持ち上げ片280aの直径dを小さくすると、前記持ち上げ片280a上に乗る端部領域55a, 55bは少なくなるため、前記コイル絶縁層36の上面36aから露出する接続面281の面積も減少してしまう。このため、前記接続面281の面積を大きくして、第2コイル片56と第1コイル片55との接続を確実なものにするには、図16のように持ち上げ片280aの直径dが前記端部領域55a, 55bの幅寸法W1よりも大きい方がよい。ただしレベリング効果を少なくするには、図15のように端部領域55a, 55bの幅寸法W1より前記持ち上げ片280aの直径dを小さくする方が好ましいと考えられる。

【0123】

また図1ないし図15において説明してきた前記持ち上げ層のX-Z平面と平行な平面での断面形状や、X-Y平面と平行な平面での断面形状は、これらの図に示すものに限るものではなく、他の形状であってもかまわない。また前記持ち上げ層の材質については、レジストなどの有機絶縁材料やAl₂O₃やSiO₂などの無機絶縁材料を使用できる。特に図2などの持ち上げ層80のように表面を湾曲面とする場合には、レジストなどの有機絶縁材料を用いるといい。かかる場合、レジストを塗布した後、パターンニングし、さらに熱処理を加えることで、前記持ち上げ層80の表面を湾曲面にできる。また図10の持ち上げ層180のように、上面180aに平坦化面を有する形状とする場合には、無機絶縁材料を使用する方がよい。

【0124】

図29は、本発明における第5の実施の形態の薄膜磁気ヘッド1Eの構造を示す部分縦面図、図30は図29に示す薄膜磁気ヘッド1Eから前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までの再生用ヘッド(MRヘッド)、保護層60等を図面上除き、後記する磁極端層362と、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を記録媒体との対向面側から見た部分正面図、図31は図29に示す薄膜磁気ヘッド1Eの部分平面図、図32は図29に示す薄膜磁気ヘッド1Eの一部の構造を示した部分拡大斜視図である。

【0125】

前記薄膜磁気ヘッド1Eの構成要素のうち、前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までの再生用ヘッド(MRヘッドとも言う)は、第1の実施の形態ないし第4の実施の形態の薄膜磁気ヘッド1A, 1B, 1C, 1Dと同じものである。また、図29ないし図32に示す前記薄膜磁気ヘッド1Eのその他の構成要素のうち、図1ないし図5に示す前記薄膜磁気ヘッド1Aと同じ構成要素には、同じ符号を付して、その詳しい説明を省略する。

【0126】

図29に示すように、前記上部シールド層27上にはAl₂O₃などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層329が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層329が上部シールド層27をも兼ね備える。

【0127】

図29に示す形態では、前記分離層28の上に下部コア層329が形成されている。前記下部コア層329はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層329は記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層329の後端面329aよりもハイト方向後方及び前記下部コア層329のトラック幅方向(図示X方向)における両側には非磁性絶縁材料層31が設けられている。図29に示すように前記下部コア層329及び非磁性絶縁材料層31の各層の表面は連続した平坦化面である。

【0128】

図29に示すように、下部コア層329上には、記録媒体との対向面からハイト方向後方に向けて所定の長さ寸法で磁極端層362が形成されている。磁極端層362はトラック幅方向(図示X方向)への幅寸法がトラック幅Twで形成されている。トラック幅Twは、例えば0.5μm以下で形成される。

【0129】

図29に示す実施の形態では、磁極端層362は、下部磁極層349、ギャップ層350、および上部磁極層351の3層膜の積層構造で構成されている。以下、上部磁極層349、下部磁極層351およびギャップ層350について説明する。

【0130】

下部コア層329上には磁極端層362の最下層となる下部磁極層349がメッキ形成されている。下部磁極層349は磁性材料を用いて形成され、下部コア層329と磁気的に接続されており、下部磁極層349は、下部コア層329と同じ材質でも異なる材質で

形成されていてもどちらでもよい。また単層膜でも多層膜で形成されていてもどちらでもよい。

【0131】

下部磁極層349上には、非磁性のギャップ層350が積層されている。ギャップ層350は非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層349上にメッキ形成されることが好ましい。非磁性金属材料として、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、NiRe、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上を選択することが好ましく、ギャップ層350は、単層膜で形成されていても多層膜で形成されてもどちらであってもよい。

【0132】

次にギャップ層350上には、後述する上部コア層342と磁気的に接続する上部磁極層351がメッキ形成されている。本実施の形態では、上部磁極層351を下層351aと上層351bの積層構造にしている。下層351a及び上層351bは磁性材料によって形成され、下層351aの飽和磁束密度は、上層351bの飽和磁束密度より大きくなっている。

【0133】

上記したようにギャップ層350が、非磁性金属材料で形成されていれば、下部磁極層349、ギャップ層350および上部磁極層351を連続してメッキ形成することが可能になる。

【0134】

さらに前記磁極端層362のハイト方向後端面362aからハイト方向（図示Y方向）に所定距離離れた位置にバックギャップ層333が前記下部コア層329上に形成されている。

【0135】

バックギャップ層333は磁性材料で形成され、前記下部コア層329と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。またバックギャップ層333は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。バックギャップ層333は前記下部コア層329に磁気的に接続されている。

【0136】

図29に示すように、前記下部コア層329上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層338が形成されている。また図29に示すように、上部磁極層351の後端部はGd決め層338上に載せられている。ギャップデプス（Gd）は、前記ギャップ層350の記録媒体との対向面から前記Gd決め層338に突き当たるまでのハイト方向（図示Y方向）への長さで決められる。

【0137】

前記Gd決め層338のハイト方向後端面338aから前記バックギャップ層333間における下部コア層329上にはコイル絶縁下地層334が形成され、前記コイル絶縁下地層334上には、トラック幅方向（図示X方向）に延びる複数本の第1コイル片355がハイト方向に並んで形成されている。

【0138】

前記第1コイル片355上はAl₂O₃などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層336で埋められている。図29に示すように、前記磁極端層362の上面、コイル絶縁層336の上面、及びバックギャップ層333の上面は図29に示す基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

【0139】

前記上部磁極層351とバックギャップ層333上には上部コア層（磁性層）342がメッキ形成されている。前記上部コア層342は、バックギャップ層333を介して、前記下部コア層329のハイト方向側と前記磁極端層362とを直接的あるいは間接的に接続しており、この上部コア層342が本発明の磁性層に相当する。

【0140】

なお上部磁極層351と上部コア層342とは同じ材質で形成されていてもよいが、異なる材質で形成されるほうが好ましい。特に、上部コア層342が前記上部磁極層351の上層351bよりも飽和磁束密度が同じ、または低いことがより好ましい。上部コア層342の飽和磁束密度は例えば1.4～1.9Tであり、前記上部磁極層351の飽和磁束密度は例えば下層1.9～2.4T、上層が1.4～1.9Tである。

【0141】

前記上部コア層342の飽和磁束密度が前記上部磁極層351の飽和磁束密度よりも低いと、上部コア層342からの洩れ磁界で磁気記録することを防ぐことが容易になる。

【0142】

図29および図30に示すように、前記上部コア層342の上面342aからトラック幅方向の両側端面342b、342bにかけて、例えばAl₂O₃やSiO₂などの無機絶縁材料や、レジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層358が形成されている。そして、この絶縁層358の上に、トラック幅方向（図示X方向）からハイト方向（図示Y方向）に延びる複数本の第2コイル片56がハイト方向に並んで形成されている。

【0143】

図29ないし図32に示す前記薄膜磁気ヘッド1Eも、図1ないし図5に示す前記薄膜磁気ヘッド1Aと同じように、前記第1コイル片355の上面355eは前記コイル絶縁層336によって覆われている。しかし、全ての前記上面355eが前記コイル絶縁層36によって覆われているわけではなく、前記第1コイル片355の第2コイル片356との接続面381は前記コイル絶縁層336の上面336aと同一の平坦化面で形成される。

【0144】

図31に示すように、この薄膜磁気ヘッド1Eにおけるトラック幅方向の中心B-Bからトラック幅方向に離れた位置での下部コア層29上には、図1ないし図5に示す前記薄膜磁気ヘッド1Aと同様に、所定の幅寸法を有し、前記第1コイル片355の下を横断する、帯状の持ち上げ層80が形成されている。前記持ち上げ層80は前記したように、例えばレジストによる有機絶縁材料などの絶縁材料により形成される。

【0145】

前記第1コイル片355は、前記コイル絶縁下地層334上から前記持ち上げ層80上にかけて形成されている。このため前記持ち上げ層80上に形成された第1コイル片355の端部領域355a、355bは中央領域355fに比べて上方に持ち上げられている。そして、図1ないし図5に示す前記薄膜磁気ヘッド1Aと同様に、前記持ち上げ層80上に乗った前記端部領域355a、355bの一部が前記コイル絶縁層336の前記上面336aから露出し、この露出面が接続面81となっている。

【0146】

なお図31に示す実施の形態では、前記第1コイル片355の端部領域355a、355bは、前記持ち上げ層80よりもさらに中心線B-Bから離れる方向に延出し、前記第1コイル片355のトラック幅方向における端面355c、355dは、前記持ち上げ層80のトラック幅方向の外方に位置するように構成されている。

【0147】

図30に示すように、前記持ち上げ層80は、X-Z平面と平行な方向における断面形状が所定の高さ寸法h1を有した半円形状や半楕円形状で構成されている。このため前記持ち上げ層80の表面は湾曲面となっている。

【0148】

ここで前記高さ寸法h1は、前記コイル絶縁下地層34の上面から前記持ち上げ層80の最も高い位置までの高さ寸法を意味する。

【0149】

前記のように持ち上げ層80は所定の高さ寸法h1を有しているため、図30に示すように、前記第1コイル層355は前記持ち上げ層80の上に形成されている前記端部領域

355a, 355bが、その他の領域部分よりも上方に突出し、前記持ち上げ層30上に乗った位置での第1コイル片355の上面の一部を接続面381として形成することができる。

【0150】

前記接続面381は、前記接続面381以外の第1コイル片355の上面355eを覆う前記コイル絶縁層336の上面336aと同一の平坦化面であることが好ましい。このような平坦化面はCMP技術などによる研削加工によって形成される。図30および図31に示すように、前記第2コイル片356の端部領域356a, 356bは、前記接続面381上に直接接し、電気的に接続した状態である。すなわち、前記第1コイル片355の一方の端部領域355aは前記接続面381において、前記第2コイル片356の一方の端部領域356aと直接に接した状態で電気的に接続されている。同様に、前記第1コイル片355の他方の端部領域355bは前記接続面381において、前記第2コイル片356の他方の端部領域356bと直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0151】

また、引出し層359は、最後方に形成された前記第2コイル片356よりもハイト方向後方に形成され、最後方に形成された前記第1コイル片355と前記接続面381において直接に接した状態で電気的に接続されている。

【0152】

このように図29ないし図32に示す薄膜磁気ヘッド1Eでは、前記上部コア層342の膜厚方向の上下で対向する第1コイル片355のトラック幅方向における端部領域355a, 355bと第2コイル片356のトラック幅方向における端部領域356a, 356bとが、前記接続面381で直接に接した状態で電気的に接続され、トロイダル状のコイル構造357が形成されている。

【0153】

なお図30の図示右側に示した前記第1コイル片355の端部領域355bと接続されている前記第2コイル片356の端部領域356bは、図面上見えている第1コイル片355の一つ後ろ側（図示Y方向）に位置する第1コイル片355の端部領域355bと、図面上見えている第2コイル片356の端部領域356bとが電気的に接続された状態を示している。

【0154】

前記コイル構造357に記録電流が与えられると、下部コア層329及び上部コア層342に記録磁界が誘導され、ギャップ層350を介して対向する下部磁極層349及び上部磁極層351間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0155】

前記薄膜磁気ヘッド1Eでは、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356とが、例えば接続層などの介在部材を介さずに、直接に接触した状態で電気的に接続されているため、介在部材の電気抵抗が発生しない。また、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bの下には前記持ち上げ層30が形成され、これによって前記端部領域355a, 355bが中央領域355fよりも上方に持ち上げるため、第1コイル片355の上面355eに前記コイル絶縁層336が形成されていても、前記コイル絶縁層336をCMPなどにより研磨すれば、前記第2コイル片356との接続面381を簡単に露出でき、前記コイル絶縁層336にスルーホールを形成する工程が必要ない。仮に、前記コイル絶縁層336にスルーホールを形成するものとすると、前記スルーホールはエッチング加工により行うことになるが、エッチングでは前記スルーホールを正確な位置や深さで高精度で形成するのは困難であるため、前記スルーホールが形成される位置がずれることによって、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356との接続面積が小さくなり、電気抵抗が大きくなり、その結果、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356との接続部で熱が発生するという問題が生じる。また前記スルーホールの形成時に前記第1コイル片の端部領域355a, 355bに損傷を与えるといった問題もある。

【0156】

これに対し、前記薄膜磁気ヘッド1Eでは、前記接続面381は、前記持ち上げ層80が形成される位置によって決定されるが、この持ち上げ層80は、レジストによるフォトエッチングによって形成することができるため、正確な位置に高精度で形成することができる。また、前記コイル絶縁層336をCMP技術などにより研磨する際にその削り量を調整することで、前記接続面381を、所定の面積で露出させることができる。そのため、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356との接続を良好とすることが可能となり、電気抵抗の増大を抑制することができる。

【0157】

さらに、前記下部コア層29に凹部を設ける必要がないため、前記下部コア層29の断面積を大きくすることができます。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0158】

また本実施の形態のように、下部コア層29上に帯状の持ち上げ層80を必要な部分にのみ設けることで、接続面381以外の部分での第1コイル片355と第2コイル片356間の絶縁性や第1コイル片355や上部コア層342間の絶縁性はもちろんのこと、前記第1コイル片355の端面355c, 355dよりも外方領域や各第1コイル片355間での下部コア層29と第2コイル片356や前記上部コア層342との絶縁性も、前記第1コイル片355の上面355eを覆うコイル絶縁層336により十分な膜厚をもって確保しやすい。

【0159】

また、前記接続面381はコイル絶縁層336の上面336aと同一の平坦化面に形成されているため、前記接続面381上に第2コイル片356の端部領域356a, 356bを乗せやすく、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356との接続を良好にすることができる。したがって、前記第1コイル片355と前記第2コイル片356との接触抵抗を更に低く抑えることが可能となる。また前記コイル絶縁層336の上面336aが平坦化面であるので、前記コイル絶縁層336上に形成される前記上部コア層342を所定形状で形成しやすい。

【0160】

また前記接続面381での面積を大きくして前記第2コイル片356との接続を良好にするには、少なくとも前記第1コイル片355の前記持ち上げ層80上に乗る位置での端部領域355a, 355bの幅寸法を中央領域355fでの幅寸法に比べて大きくすることが好ましい。また前記接続面381の面積は前記接続面381上及びコイル絶縁層336上に乗る部分での第2コイル片356の端部領域356a, 356bの下面356a1, 356b1の面積より小さくてもよいが、小さすぎると電気抵抗が高くなってしまうため、前記接続面381の面積は、前記接続面381上及びコイル絶縁層336上に乗る部分での第2コイル片356の端部領域356a, 356bの下面356a1, 356b1の面積の50%~100%の範囲内であることが好ましい。

【0161】

図29ないし図32に示す前記薄膜磁気ヘッド1Eでは、上部コア層342と磁極端層362の上部磁極層351の材料を異ならすことによって、上部磁極層351のみ高飽和磁束密度を有する材料で形成し、上部コア層342を上部磁極層351より飽和磁束密度の小さな材料で形成することができる。また、高飽和磁束密度を有する上部磁極層351や下部磁極層349は、Gd決め層338の後方には形成されないので、磁束密度を適度に調節でき、磁極端層362の両側部からの磁束の洩れが少なくなり、磁気ヘッドのS/N比が向上する。

【0162】

また、上部コア層342の前端面342cを記録媒体との対向面よりも、ハイト方向後方に後退させることによって上部コア層342からの磁束の洩れをさらに低減できる。

【0163】

また、前記薄膜磁気ヘッド1Eでは、図29に示すように、上部コア層342の上の第2コイル片356の膜厚t5を第1コイル片355の膜厚t6よりも大きくし、また、前記第2コイル片356の電流が流れる方向と直交する第1の方向の長さ寸法W2を、前記第1コイル片355の前記第1の方向の長さ寸法W3よりも大きくして、抵抗値を低減できる。すなわち、前記コイル構造557の発熱を低減することができ、磁極端部362周辺の記録媒体側への突出を低減できる。

【0164】

また、前記長さ寸法W2を、前記第1コイル片355の前記端部領域355a, 355bの前記第1の方向の長さ寸法W4よりも大きくすると、前記コイル構造の発熱をさらに低減することができ、磁極端層362周辺の記録媒体側への突出をより効果的に低減できるため、さらに好ましい。

【0165】

図29ないし図32に示された前記薄膜磁気ヘッド1Eでは、磁極端層362上とバックギャップ層333上間を平坦形状の上部コア層342で結んで磁路長を形成するため、上部コア層342が盛り上がって形成される磁気ヘッドに比べて磁路長を短くできる。また、上部コア層342が平坦形状を有していると、コイル構造557から発生するジュール熱を磁気ヘッドの外部に効率よく放出することができる。

【0166】

さらに、コイル構造557は、上部コア層342を軸として巻回するトロイダルコイル構造を有している。

【0167】

このため磁気ヘッドを構成するコイル構造557のターン数を少なくしても一定の記録特性を維持することができ、ターン数を減らせることでコイル抵抗を低減できるから磁気ヘッドの駆動時においても磁気ヘッドの発熱を抑えることができる。

【0168】

磁気ヘッドの発熱を抑えることができると、磁極端層362周辺が記録媒体との対向面から突き出す等の問題を抑制することができる。

【0169】

さらにコイル構造557を覆うコイル絶縁層336に無機絶縁材料を用いることによって磁気ヘッドの熱膨張係数を低減させることができる。

【0170】

図29ないし32に示す薄膜磁気ヘッド1Eでは、前記持ち上げ層80は所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で構成され、複数本の第1コイル片355の下を横断しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図6に示すのと同様に、持ち上げ層80は複数の持ち上げ片80aからなり、前記持ち上げ片80aは各第1コイル片55の下にそれぞれ設けられ、この各持ち上げ層80aが個々の第1コイル片55の端部領域55a, 55bを、それぞれ上方に持ち上げるように構成されていても良い。

【0171】

また図7および図8に示すのと同様に、前記持ち上げ層80は、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h1を有した半円形状や半楕円形状で構成され、第1コイル片355のトラック幅方向における前記端面355c, 355dが、前記持ち上げ層80の上面に位置するように構成されていても良い。すなわち前記第1コイル片355は、トラック幅方向にて前記持ち上げ層80間に挟まれた位置でのコイル絶縁下地層334上から前記持ち上げ層80の途中にまで延びて形成されているものとして構成しても良い。

【0172】

また図9に示すのと同様に、前記持ち上げ層80は複数の持ち上げ片80aによって構成され、この各持ち上げ片80aが各第1コイル片355の端部領域355a, 355b下にそれぞれ設けられていてもよい。これにより各第1コイル片355の端部領域355a, 355bが、個々に設けられた持ち上げ片80aによって上方に持ち上げられる。

【0173】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h2を有した略台形状の形状であり、上面180bには平坦化面が形成された、図10または図11に示す持ち上げ層180として構成しても良い。この場合、図10または図11に示すのと同様に、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bを、前記持ち上げ層180の上に形成し、前記第1コイル片355のトラック幅方向における端面355c, 355dが、平坦化された前記持ち上げ層180の上面180bの上に位置するように構成される。すなわち前記第1コイル片355は、トラック幅方向にて前記持ち上げ層180間に挟まれたコイル絶縁下地層334上から前記持ち上げ層180の上面180bの途中にまで形成されているものとして構成することもできる。

【0174】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を前記持ち上げ層180の構造とした場合には、この持ち上げ層180を図12に示すのと同様に、複数の持ち上げ片180aによって分断形成し、前記持ち上げ片180aが各第1コイル片355の端部領域355a, 355bを、それぞれ上方に持ち上げるように構成しても良い。

【0175】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図13および図14に示すような、断面形状が所定の高さ寸法h3を有した半円球形状で構成された持ち上げ片280aとして構成しても良い。この場合、図15に示すのと同様に、前記持ち上げ片280aの直径寸法dを、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bの幅寸法w1よりも大きく形成し、前記第1コイル片355のトラック幅方向における端面355c, 355dが、持ち上げ片280aの表面280b上に位置するように構成する。

【0176】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を前記持ち上げ片280aの構造とした場合には、図16に示すのと同様に、前記持ち上げ片280aの直径寸法dが、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bの幅寸法w1よりも大きく形成されるものであっても良い。

【0177】

前記薄膜磁気ヘッド1Aの製造方法を、図17ないし図28によって説明する。なお図1に示す下部コア層29から第2コイル片56までの各層の形成方法について説明する。また図17ないし図28に示す製造工程図は製造途中の薄膜磁気ヘッドの縦断面図（すなわち図示Y-Z平面と平行な平面から切断した断面図）である。

【0178】

図17に示す工程で、まずNiFe系合金等からなる下部コア層29をメッキ形成し、Al₂O₃などの非磁性絶縁材料層31を形成した後、CMP技術等を用いて前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面を研磨加工する。

【0179】

図18に示す工程では、前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面にAl₂O₃、SiO₂などのコイル絶縁下地層34をスパッタ等で形成する。

【0180】

次に図19に示す工程を行う。ここで図19は、図17や図18とは別の部分を切断して示した薄膜磁気ヘッドの部分縦断面図である。図19は図2に示す持ち上げ層80の幅方向（図示X方向）における寸法を2分するC-C線に沿って切断した状態を、Y-Z平面と平行な方向から見た部分縦断面図である。

【0181】

図19に示すように、前記コイル下地絶縁層34の上面に、所定の高さ寸法h1を有する図2および図4に示す持ち上げ層80を、レジストなどの絶縁材料により形成する。この持ち上げ層80は、フォトエッチング法によって形成することができる。

【0182】

前記持ち上げ層80は、図2での矢視では、半円形状や半楕円形状で構成されるため、前記持ち上げ層80の表面は湾曲面となる。

【0183】

次に、図20、および図21に示す工程を行う。ここで、図21は図20とは別の部分を切断して示した薄膜磁気ヘッドの部分縦断面図であり、図19に相当する位置での部分縦断面図である。

【0184】

図20に示す工程では、前記コイル絶縁下地層34上に複数本の第1コイル片55をパターン形成する。複数の前記第1コイル片55をそれぞれハイト方向に並べて形成する。このとき、図21に示すように、前記持ち上げ層80上に前記第1コイル片55の端部領域55a、55bの少なくとも一部が乗り上げるように形成する。この際、図4に示すように、前記第1コイル片55の端部領域55a、55bの一部が前記持ち上げ層80のトラック幅方向の外方に位置するように形成する。ここで、前記第1コイル片55はCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成する。

【0185】

前記第1コイル片55は、コイル絶縁下地層34上から前記持ち上げ層80上にかけて形成されるため、図2に示すように前記持ち上げ層80上に形成された第1コイル片55の端部領域55a、55bは中央領域55fに比べて上方に持ち上げられる。

【0186】

図22に示す工程では、前記コイル絶縁下地層34上にレジスト層75を塗布し、このレジスト層75に露光現像により穴部75a、75bを形成する。前記穴部75aは、記録媒体との対向面から前記第1コイル片55のうち最も前記対向面寄りの前記第1コイル片55の前端面付近まで、前記穴部75bは、前記下部コア層29の基礎部付近に設けられ、各穴部75a、75bから露出するコイル絶縁下地層34をエッチングで除去した後、前記穴部75a内から露出する前記下部コア層29上に隆起層32をメッキ形成し、同じ工程時に、前記穴部75b内から露出する前記下部コア層29の基礎部上にバックギャップ層33をメッキ形成する。前記隆起層32および前記バックギャップ層33は磁性材料で形成され、前記下部コア層29と同じ材料で形成しても良いし、別の材料で形成しても良い。前記隆起層32および前記バックギャップ層33は単層で形成しても良いし、多層の積層構造で形成しても良い。前記隆起層32及びバックギャップ層33と下部コア層29間にはコイル絶縁下地層34は無く、これらの層は磁気的に接続された状態になっている。

【0187】

次に、前記隆起層32上及びバックギャップ層33上、第1コイル片55の上面55e上を、Al₂O₃などの無機絶縁材料でスパッタなどで覆い、コイル絶縁層36を形成する。

【0188】

なお図19工程後、図22工程で示す隆起層32およびバックギャップ層33を形成し、その後図20に示す工程で第1コイル片55を形成してもよい。

【0189】

次に、図23、図24に示す工程を行う。ここで、図24は図23の状態を記録媒体との対抗面側から見た正面図であり、図2と同様の位置から見たものである。図23および図24に示すように、図示D-D線まで前記コイル絶縁層36、前記隆起層32、前記バックギャップ層33を、図示X-Y方向と並行な方向からCMP技術等を用いて削り込む。このとき、ある程度、前記の各層を削り込むと、前記持ち上げ層80上に乗り上げ形成された第1コイル片55の端部領域55a、55bの一部が前記コイル絶縁層36の上面36aから露出する。前記端部領域55a、55bの露出面は第2コイル片56との接続面81であり、前記削り量によって前記接続面81の露出面積を規制することができる。前記接続面81の露出面積が所定面積になったらその時点で前記研削加工を止める。前記削り込みをCMPにより行うと、削り込み量の制御が容易である。削り込みを終了した時点

を示したのが図25および図26である。ここで、図26は図24と同様の正面図である。

【0190】

図25および図26では隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面が基準面Aに沿った平坦化面として形成される。そして図26に示すように第1コイル片55は、前記接続面81以外の部分が前記コイル絶縁層36内に完全に埋められた状態になっている。また、図24および図26に示すように、前記接続面81も前記コイル絶縁層36の上面と同じ前記平坦化面に形成することが好ましい。なお前記研削加工を適切に行うには前記コイル絶縁層36がAl₂O₃などの無機絶縁材料で形成されていることが必要である。例えば前記コイル絶縁層36が有機絶縁材料で形成された場合、上記の研削加工を施しても前記有機絶縁材料のねばり気によって適切に削り込むことができず平坦化加工を行うことが難しいからである。

【0191】

次に図27に示すように、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定距離だけ離れた位置に、無機絶縁材料や有機絶縁材料でGd決め層38を形成する。

【0192】

次に図28に示す工程では、メッキに必要な例えはNiFe合金やFeCo合金から成るメッキシード膜（図示しない）を形成した後、例えば平面形状が図5に示す先端部Bと後端部Cとからなるパターン65aが設けられたレジスト層65を形成し、このパターン65a内に下から下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42を連続してメッキ形成する。

【0193】

前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の平面形状は、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に向けて細長形状の先端部Bと、この先端部Bの両側基端B1からハイト方向にトラック幅方向（図示X方向）が広がる後端部Cとで構成されている。またこのとき前記上部磁極層41の前記対向面でのトラック幅方向（図示X方向）への幅寸法でトラック幅Twが規制される。そして前記レジスト層65を除去する。

【0194】

この図28工程では、前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42からなる積層体62を、平坦化されたコイル絶縁層36上、隆起層32上及びバックギャップ層33上に形成できる点で効果的である。すなわち前記積層体62を前記コイル絶縁層36上、隆起層32上及びバックギャップ層33上に所定形状に高精度に形成でき、これにより、前記トラック幅Twを所定寸法で形成することが可能である。

【0195】

なお本発明では、前記積層体62を下から前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41および上部コア層42の順に積層して4層で形成する場合に限定されるものではなく、例えば前記積層体62を下から前記下部磁極層39、前記ギャップ層40、および前記上部磁極層41の順に積層された3層構造で形成しても良い。

【0196】

図28の工程の次には、図2で示す絶縁層58を形成した後、前記絶縁層58上から前記接続面81にかけて第2コイル片56をパターン形成する。この際、第2コイル片56の端部領域56a, 56bが、前記第1コイル片55の端部領域55a, 55bに形成された接続面81上に直接接するように形成し、両コイル片55, 56とを電気的に接続する。前記第2コイル片56は例えばCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成される。また前記第2コイル片56は複数本設けられる。

【0197】

上記した製造方法によれば図23工程でCMP技術等を用いて、基準面Aに沿って、コイル絶縁層36、隆起層32およびバックギャップ層33の上面を同じ平坦化面として形成され、しかもこの平坦化面に前記接続面81が露出している。したがって、前記第2コ

イル片56のトラック幅方向（図示X方向）における端部領域56a、56bを、前記接続面81を介して前記第1コイル片55の端部領域55a、55bと直接に接した状態で接続することができる。したがって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56とを、例えば接続層などの介在部材を介さずに、直接に接触した状態で電気的に接続することができるため、介在部材に起因する電気抵抗が発生しない。

【0198】

なお、前記接続面81での面積を大きくして前記第2コイル片56との接続を良好にするには、図20に示す工程で前記第1コイル片55を形成する際、少なくとも前記第1コイル片55の前記持ち上げ層80上に乗る位置での端部領域55a、55bの幅寸法を中央領域55fでの幅寸法に比べて大きく形成することが好ましい。また前記持ち上げ層80上に乗る位置での端部領域55a、55bの幅寸法を、第2コイル片56の幅寸法より大きくすることが好ましい。

【0199】

また前記接続面81の面積は前記接続面81上及びコイル絶縁層36上に乗る部分での第2コイル片56の端部領域56a、56bの下面56a1、56b1の面積よりも小さくてもよいが、小さすぎると電気抵抗が高くなってしまうため、図23に示す工程では、前記接続面81の面積を、前記接続面81上及びコイル絶縁層36上に乗る部分での第2コイル片56の端部領域56a、56bの下面56a1、56b1の面積の50%～100%の範囲内に形成することが好ましい。

【0200】

図17ないし図28に示す薄膜磁気ヘッド1Aの製造方法によれば、前記第1コイル片55の端部領域55a、55bの下には持ち上げ層80を形成し、これによって前記端部領域55a、55bを中央領域55fよりも上方に持ち上げるように形成することができるため、第1コイル片55の上面55eに前記コイル絶縁層36が形成されていても、前記コイル絶縁層36をCMPなどにより研磨すれば、前記第2コイル片56との接続面81を簡単に露出でき、前記コイル絶縁層36にスルーホールを形成する工程が必要ない。仮に、前記コイル絶縁層36にスルーホールを形成するものとすると、前記スルーホールはエッチング加工により行うことになるが、エッチングでは前記スルーホールを正確な位置や深さで高精度で形成するのは困難であるため、前記スルーホールが形成される位置がずれることによって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続面積が小さくなり、電気抵抗が大きくなり、その結果、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続部で熱が発生するという問題が生じる。また前記スルーホールの形成時に前記第1コイル片の端部領域55a、55bに損傷を与えるといった問題もある。

【0201】

これに対し、図17ないし図28の前記薄膜磁気ヘッド1Aの製造方法では、前記接続面81は、持ち上げ層80が形成される位置によって決定されるが、この持ち上げ層80は、レジストによるフォトエッチングによって形成することができるため、容易に、しかも正確な位置に高精度で形成することができる。また、前記コイル絶縁層36をCMP技術などにより研磨する際にその削り量を調整することで、前記接続面81を、所定の面積で露出させることができる。そのため、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続を良好とすることが可能となり、電気抵抗の増大を抑制することができる。

【0202】

さらに、前記下部コア層29に凹部を設ける工程が必要がないため、製造が容易であり、また前記下部コア層29の断面積を大きくすることができます。したがって、前記下部コア層29の磁気飽和を抑制することができ、磁化効率の向上を図ることが可能となる。

【0203】

また本実施の形態のように、下部コア層29上に帯状の持ち上げ層81を必要な部分にのみ設けることで、接続面81以外の部分での第1コイル片55と第2コイル片56間の絶縁性や第1コイル片55や積層体62間の絶縁性はもちろんのこと、前記第1コイル片55の端面55c、55dよりも外方領域や各第1コイル片55間での下部コア層29と

第2コイル片56や積層体62との絶縁性も、前記第1コイル片55の上面55eを覆うコイル絶縁層36により十分な膜厚をもって確保しやすい。

【0204】

また、前記接続面81はコイル絶縁層36の上面36aと同一の平坦化面に形成されているため、前記接続面81上に第2コイル片56の端部領域56a、56bを乗せやすく、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接続を良好にすることができる。したがって、前記第1コイル片55と前記第2コイル片56との接触抵抗を更に低く抑えることが可能となる。また前記コイル絶縁層36の上面36aが平坦化面であるので、前記コイル絶縁層36上に形成される積層体62を所定形状で形成しやすく、前記積層体62の記録媒体との対向面での幅寸法で決定されるトラック幅Twを高精度に形成できる。

【0205】

なお、図19に示す工程では、図4に示す実施の形態のように、前記持ち上げ層80を所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で形成しても良いが、本発明はこれに限定されるものではなく、図19に示す工程で、図6に示すように、前記持ち上げ層80を複数の持ち上げ片80aによって分断形成し、前記持ち上げ片80aが各第1コイル片55の端部領域55a、55bを、それぞれ上方に持ち上げるように形成しても良い。

【0206】

薄膜磁気ヘッド1Bを製造するには、図19で示す工程で、図8に示す持ち上げ層80を形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c、55dが前記持ち上げ層80の表面の途中まで形成することによって製造することができる。

【0207】

図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c、55dを前記持ち上げ層80の表面の途中まで形成すると、前記したレベルング効果を抑制できるため、前記持ち上げ層80上に前記端部領域55a、55bを厚い膜厚で形成できる。この結果、前記接続面81を前記コイル絶縁層36内に埋没している前記第1コイル片55の上面55eに比べて十分に上方に持ち上げることができ、前記第1コイル片55の上面55eと前記積層体62間の絶縁性などを十分に確保しやすくなる。

【0208】

なお、図19に示す工程では、図8に示す実施の形態のように、前記持ち上げ層80を所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で形成しても良いが、本発明はこれに限定されるものではなく、図19に示す工程で、図9に示すように、前記持ち上げ層80を複数の持ち上げ片80aによって分断形成し、前記持ち上げ片80aが各第1コイル片55の端部領域55a、55bを、それぞれ上方に持ち上げるように形成しても良い。

【0209】

薄膜磁気ヘッド1Cを製造するには、図19で示す工程で、図11、図12、に示す持ち上げ層180、180aを形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端面55c、55dが前記持ち上げ層180、180aの表面の途中まで形成することによって製造することができる。

【0210】

図19で示す工程で、前記持ち上げ層180は、図10に示すように、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h2を有した略台形状に形成され、前記持ち上げ層180の上面180bには平坦化面が形成される。前記第1コイル片55の端部領域55a、55bは、前記持ち上げ層180の表面の途中まで形成され、第1コイル片55のトラック幅方向における端部55c、55dが、平坦化された前記上面180bの上に位置するように形成される。

【0211】

前記持ち上げ層180の上面180bは平坦化面に形成されるため、前記上面180bの上に形成される前記第1コイル片55の端部領域55a、55bは厚さ寸法t1が大き

く形成されやすい。すなわち、前記持ち上げ層180の上面180bに前記第1コイル片55はフレームメッキ法により形成されるが、このとき、前記持ち上げ層180の上面180bが平坦化面に構成されていると、前記第1コイル片55が、図20に示すZ方向にメッキ成長しやすくなり、前記膜厚t1を大きくすることが可能になるのである。前記膜厚t1が大きく構成されると、前記接続面181の面積を所定面積に画定しやすいとともに、第1コイル片55と積層体62間のコイル絶縁層36の膜厚を厚くできるので、前記第1コイル片55と積層体62間の絶縁性を良好に保ちやすい。

【0212】

ただし、前記第1コイル片55の両側端面55c, 55dは前記持ち上げ層180の上面180bの途中にあることが好ましく、仮に図2のように前記両側端面55c, 55dをトラック幅方向にて前記持ち上げ層180の外方にまで延出形成すると、レベリング効果が発生しやすく、前記持ち上げ層180の上面180aに乗る部分での持ち上げ層180の膜厚t1が小さくなりやすい。よって前記レベリング効果を抑制するには、前記第1コイル片55を前記持ち上げ層180の上面180bの途中までしか形成しないようにすることが好ましい。

【0213】

なお上記のレベリング効果は、前記上面180bが平坦化面として形成されている持ち上げ層180の前記上面180bに、第1コイル片55を乗り上げ形成した場合の方が、表面が湾曲面である持ち上げ層、たとえば図2に示す前記持ち上げ層80上に、第1コイル片55を乗り上げ形成する場合に比べて大きいものと考えられる。このため表面が湾曲面である持ち上げ層80を用いる場合は、図2のように前記持ち上げ層80を越えて、その外方にまで前記第1コイル片55を延出形成しても、レベリング効果は、上面180bが平坦化面として形成される前記持ち上げ層180を用い、前記持ち上げ層180を超えてその外方にまで第1コイル片55を延出形成する場合に比べて小さいものと考えられる。

【0214】

図19に示す工程では、図11に示す実施の形態のように、前記持ち上げ層180を所定の幅寸法で実質的にハイト方向に延びる帯状の形状で形成しても良いが、本発明はこれに限定されるものではなく、図19に示す工程で、図12に示すように、前記持ち上げ層180は複数の持ち上げ片180aによって分断形成され、前記持ち上げ片180aが各第1コイル片55の端部領域55a, 55bを、それぞれ上方に持ち上げるように形成しても良い。図11に示すように、帯状に延びる一体の持ち上げ層180が複数の各第1コイル片55の端部領域55a, 55bの下を横断するように形成すると、前記持ち上げ層180の製造が容易になる。

【0215】

また、図12のように前記持ち上げ層180を個々の持ち上げ片180aに分断し、各持ち上げ片180a上にそれぞれの第1コイル片55の端部領域55a, 55bを形成すると、前記持ち上げ片180a間に空間ができるので、この部分にコイル絶縁層36を厚い膜厚で形成でき、隣り合う第1コイル片55の端部領域55a, 55b間の絶縁性を良好に保つことができる。

【0216】

薄膜磁気ヘッド1Dを製造するには、図19で示す工程で、図14に示す持ち上げ片280aを形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c, 55dが前記持ち上げ片280aの上面に位置するように形成することによって製造することができる。

【0217】

なお、図19に示す工程で、図15に示すように、端部領域55a, 55bの幅寸法w1より前記持ち上げ片280aの直径dが小さくなるように形成すると、前記持ち上げ片280aに乗る端部領域55a, 55bは少なくなるため、前記コイル絶縁層36の上面36aから露出する接続面281の面積も減少してしまう。このため、前記接続面28

1の面積を大きくして、第2コイル片56と第1コイル片55との接続を確実なものにするには、図19で示す工程で、図16に示すように、持ち上げ片280aの直径dが前記端部領域55a, 55bの幅寸法W1よりも大きくなるように形成した方がよい。ただしレベリング効果を少なくするには、図15に示すように、端部領域55a, 55bの幅寸法W1より、前記持ち上げ片280aの直径dが小さくなるように前記持ち上げ片280aを形成した方が好ましいと考えられる。

【0218】

図29ないし図32に示された前記薄膜磁気ヘッド1Eの製造方法は、図17ないし図28に示される磁気ヘッドの製造方法と類似している。すなわち、図17に示す工程で前記下部コア層29と同様にして前記下部コア層329を形成し、図18に示す工程で、前記下部コア層329の上に、前記記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層338を形成する。次に図22に示す工程で、前記隆起層32の代わりに前記磁極端層362としてメッキ形成する。このとき、上部磁極層351の後端部が前記Gd決め層338上に載るように前記磁極端層362を形成する。次に、図28に示す工程で、前記積層体62を上部コア層329として形成すれば、前記薄膜磁気ヘッド1Eを形成することができる。

【0219】

また、前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図7および図8に示すのと同様に、X-Z平面と平行な方向での断面形状が所定の高さ寸法h1を有した半円形状や半楕円形状で形成し、第1コイル片355のトラック幅方向における前記端面355c, 355dが、前記持ち上げ層80の上面に位置するように形成する場合には、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19で示す工程で、図8に示す持ち上げ層80を形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c, 55dが前記持ち上げ層80の表面の途中まで形成すれば良い。

【0220】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図9に示すのと同様に、複数の持ち上げ片80aによって形成し、この各持ち上げ片80aが各第1コイル片355の端部領域355a, 355b下にそれぞれ設けられているものとして形成する場合には、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19に示す工程で、図9に示すように、前記持ち上げ層80を複数の持ち上げ片80aによって分断形成し、前記持ち上げ片80aが各第1コイル片55の端部領域55a, 55bを、それぞれ上方に持ち上げるように形成すれば良い。

【0221】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図10または図11に示す持ち上げ層180として形成し、図10または図11に示すのと同様に、前記第1コイル片355のトラック幅方向における端面355c, 355dが、平坦化された前記持ち上げ層180の上面180bの上に位置するように形成する場合には、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19で示す工程で、図11に示す持ち上げ層180を形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片355の端面355c, 355dが前記持ち上げ層180の表面の途中まで形成することによって製造することができる。

【0222】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を図12に示すのと同様に、複数の持ち上げ片180aによって分断形成し、前記持ち上げ片180aが各第1コイル片355の端部領域355a, 355bを、それぞれ上方に持ち上げるように形成する場合には、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19で示す工程で図12に示す持ち上げ片180aを形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端面355c, 355dが前

記持ち上げ片280aの表面の途中まで形成することによって製造することができる。

【0223】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図13および図14に示す半円球形状の持ち上げ片280aとして形成し、図15に示すのと同様に、前記持ち上げ片280aの直径寸法dを、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bの幅寸法w1よりも大きく形成し、前記第1コイル片355のトラック幅方向における端面355c, 355dが、持ち上げ片280aの表面280b上に位置するように形成するには、以下のように形成すれば良い。すなわち、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19で示す工程で、図14に示す持ち上げ片280aを形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c、55dが前記持ち上げ片280aの上面に位置するように形成すれば良い。このとき図19に示す工程で、図15に示すように、端部領域55a, 55bの幅寸法w1よりも前記持ち上げ片280aの直径dが小さくなるように形成する。

【0224】

また前記薄膜磁気ヘッド1Eの前記持ち上げ層80を、図16に示すのと同様に、前記持ち上げ片280aの直径寸法dが、前記第1コイル片355の端部領域355a, 355bの幅寸法w1よりも大きく形成するには、前記隆起層32を前記磁極端層362としてメッキ形成し、前記積層体62を上部コア層329として形成することに加え、図19で示す工程で持ち上げ片280aを形成し、図21に示す工程で、前記第1コイル片55の端部55c、55dが前記持ち上げ片280aの上面に位置するように形成すれば良い。このとき、図19で示す工程で、図16に示すように、持ち上げ片280aの直径dが前記端部領域55a, 55bの幅寸法W1よりも大きくなるように形成する。

【0225】

以上、本発明における薄膜磁気ヘッドは、例えばハードディスク装置などに搭載される磁気ヘッド装置に内蔵される。前記薄膜磁気ヘッドは浮上式磁気ヘッドあるいは接触式磁気ヘッドのどちらに内蔵されたものでもよい。また前記薄膜磁気ヘッドはハードディスク装置以外にも磁気センサ等に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0226】

【図1】本発明における第1の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【図2】図1に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図である。

【図3】図1に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片と第2コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図4】図1に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図5】図1に示す薄膜磁気ヘッドの部分拡大斜視図である。

【図6】図1に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の他の構造を示す部分平面図である。

【図7】本発明における第2の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。

【図8】図7に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図9】図7に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の他の構造を示す部分平面図である。

【図10】本発明における第3の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。

【図11】図10に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図12】図10に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の他の構造を示す

す部分平面図である。

【図13】本発明における第4の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。

【図14】図13に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図15】図13に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および持ち上げ片の構造を示す部分拡大平面図である。

【図16】図13に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片および持ち上げ片の他の構造を示す部分拡大平面図である。

【図17】図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図である。

【図18】図17に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図19】図18に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図20】図19に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図21】図19に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図22】図20および図21に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図23】図22に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図24】図22に示す工程の次に行われる他の一工程図である。

【図25】図23に示す工程が終了した時点の状態を示した部分縦断面図である。

【図26】図23に示す工程が終了した時点の状態を示した部分正面図である。

【図27】図23に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図28】図25に示す工程の次に行われる一工程図である。

【図29】本発明における第5の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図である。

【図30】図29に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図である。

【図31】図29に示す薄膜磁気ヘッドの第1コイル片と第2コイル片および磁性層の構造を示す部分平面図である。

【図32】図29に示す薄膜磁気ヘッドの部分拡大斜視図である。

【図33】従来の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。

【符号の説明】

【0227】

1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E 薄膜磁気ヘッド

2 0 基板

2 2 下部シールド層

2 3 下部ギャップ層

2 4 磁気抵抗効果素子

2 9, 3 2 9 下部コア層

3 2 隆起層

3 3, 3 3 3 バックギャップ層

3 6 コイル絶縁層

4 0, 3 5 0 ギャップ層

5 5, 3 5 5 第1コイル片

5 5 a, 5 5 b, 3 5 5 a, 3 5 5 b 端部領域

5 5 c, 5 5 d, 3 5 5 c, 3 5 5 d 端面

5 6, 3 5 6 第2コイル片

5 6 a, 5 6 b, 3 5 6 a, 3 5 6 b 端部領域

5 8, 3 5 8 絶縁層

6 2 積層体

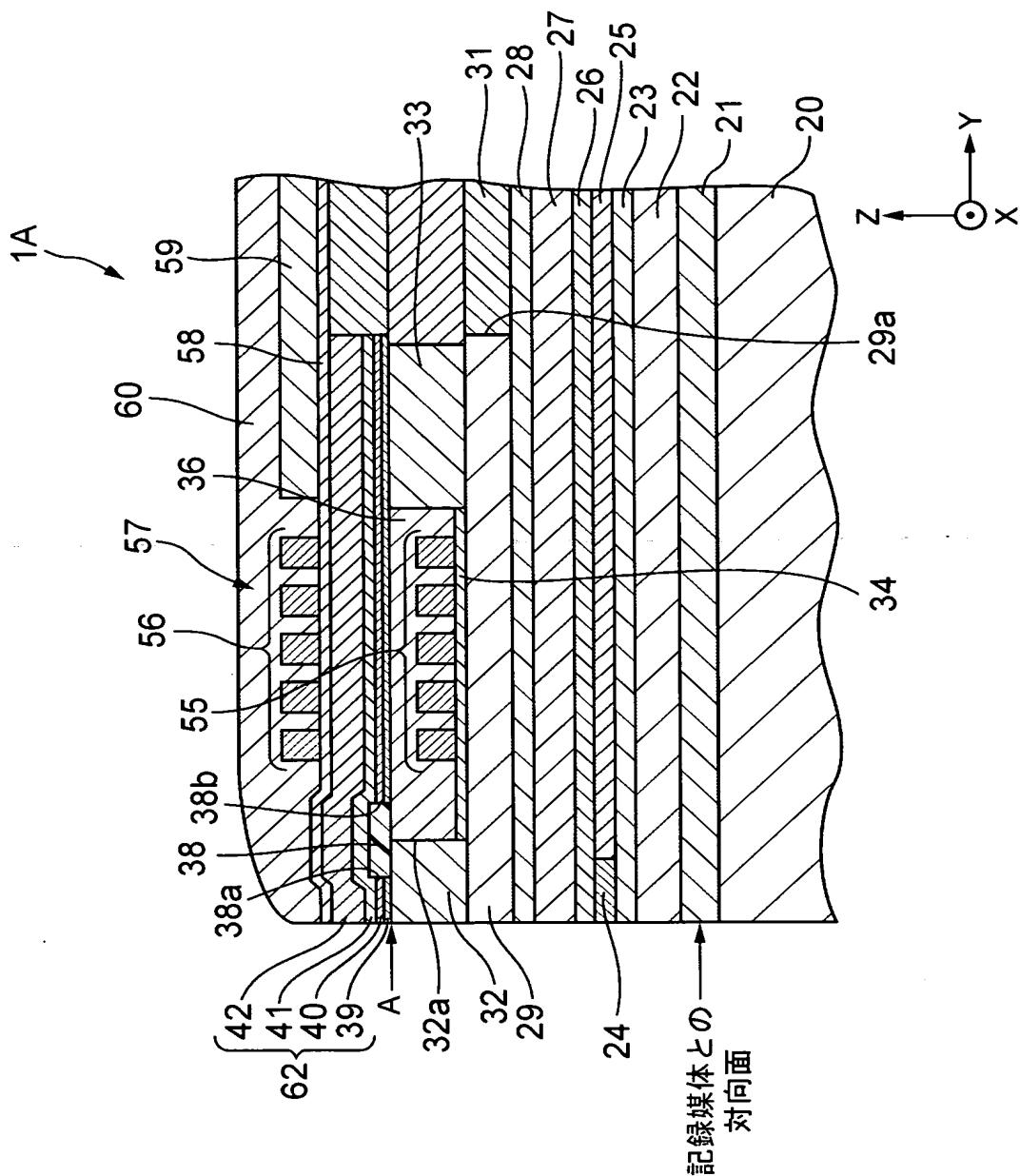
8 0, 1 8 0, 2 8 0 持ち上げ層

8 0 a, 1 8 0 a, 2 8 0 a 持ち上げ片

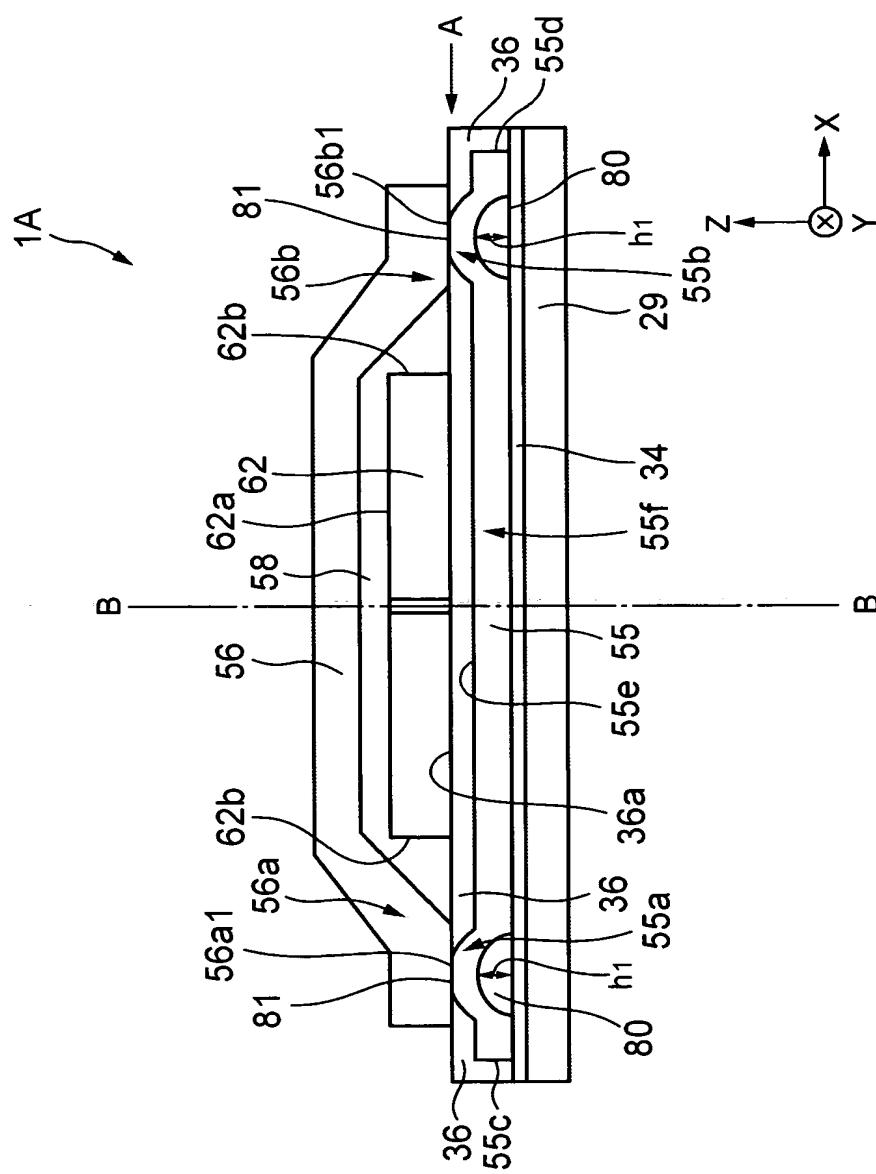
8 1, 1 8 1, 2 8 1, 3 8 1 接続面

- 3 4 2 上部コア層
- 3 4 9 下部磁極層
- 3 5 1 上部磁極層
- 3 5 1 a 下層
- 3 5 1 b 上層
- 3 6 2 磁極端層

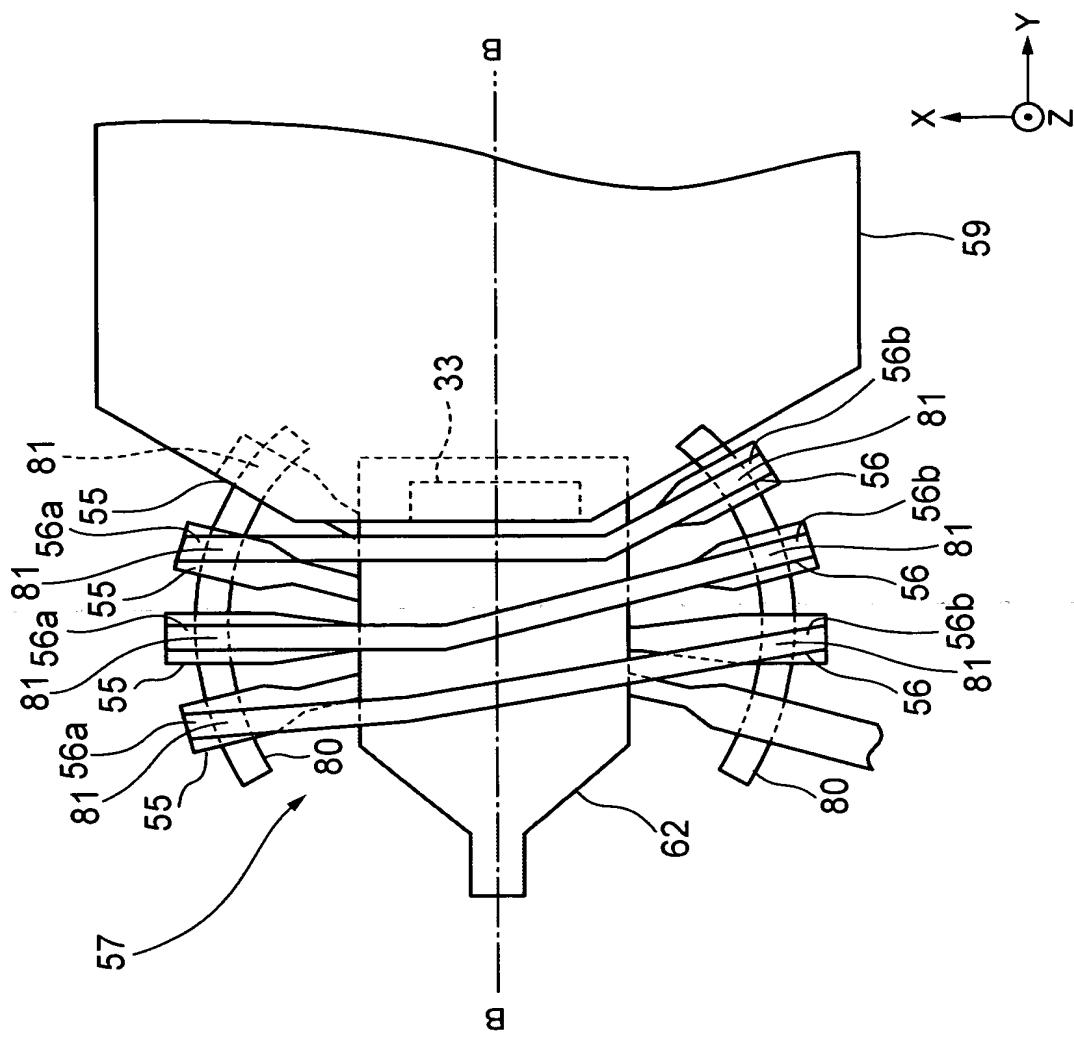
【書類名】 図面
 【図1】



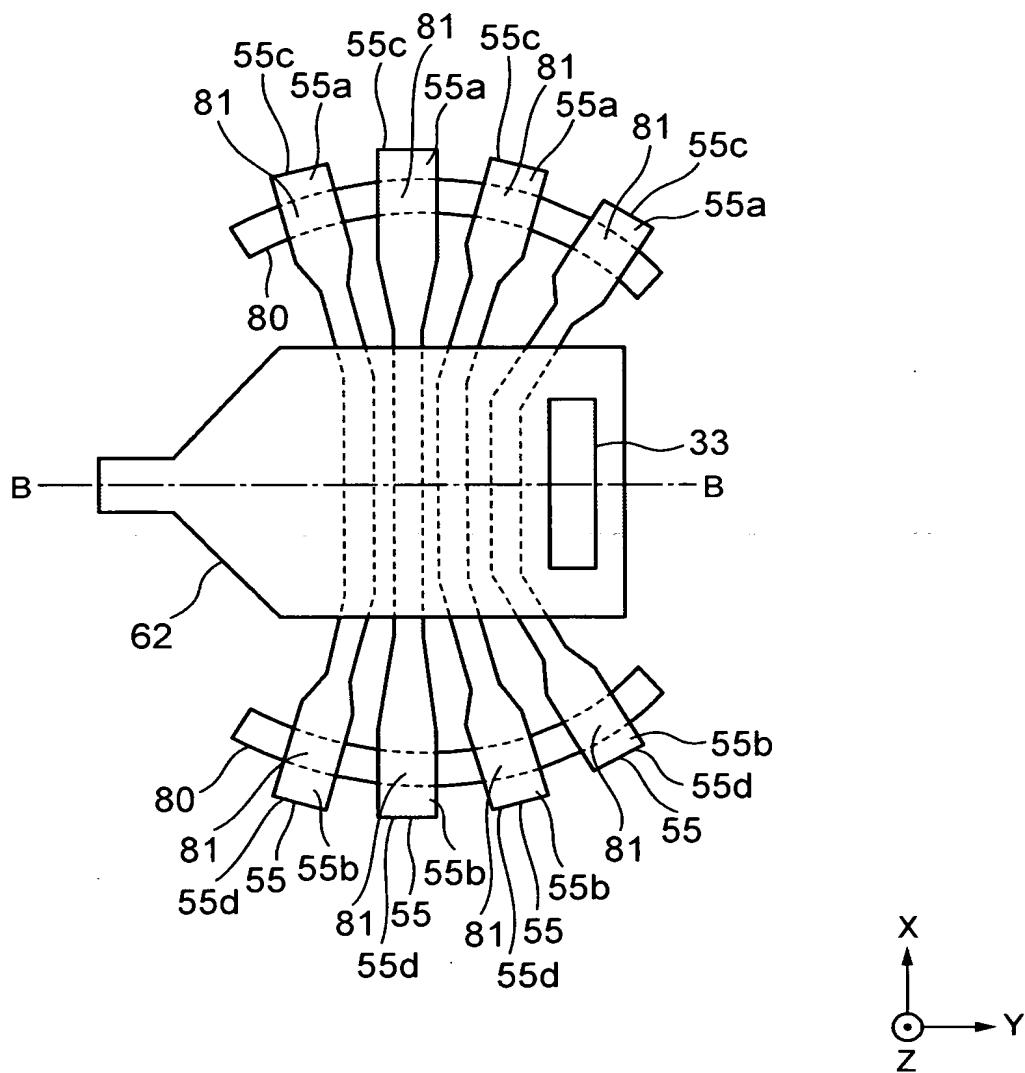
【図2】



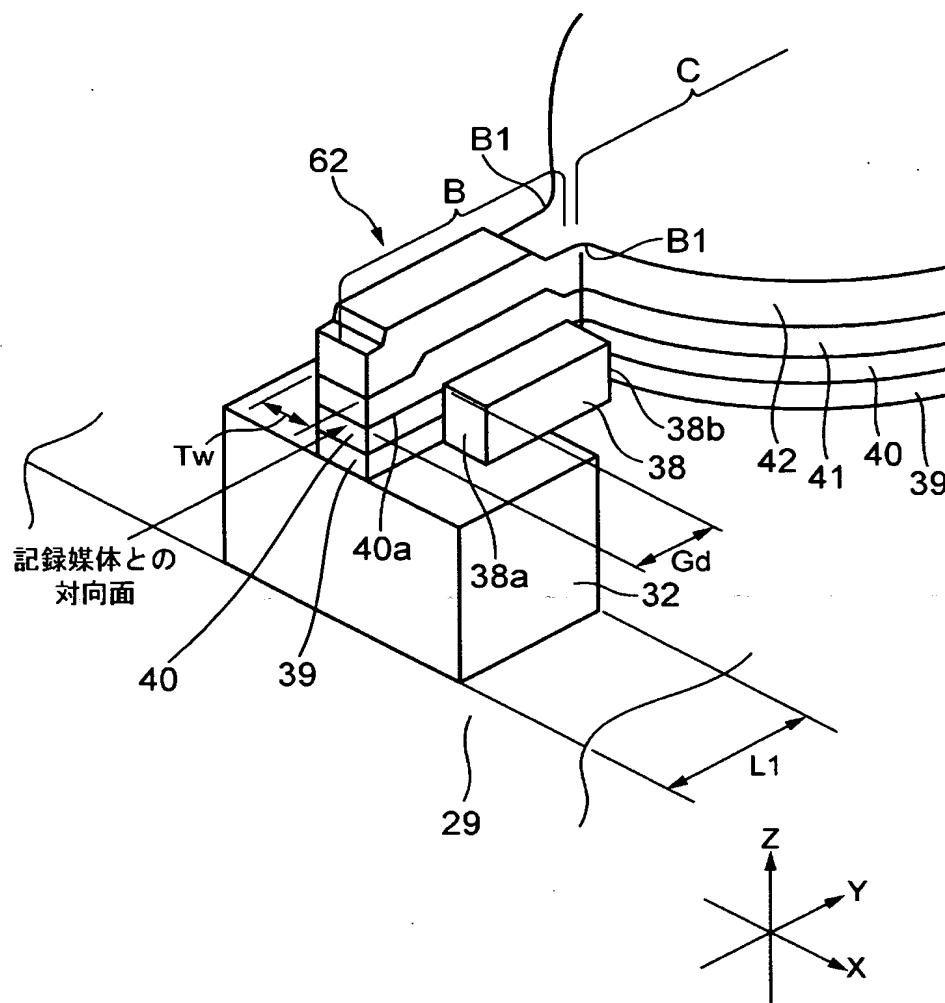
【図3】



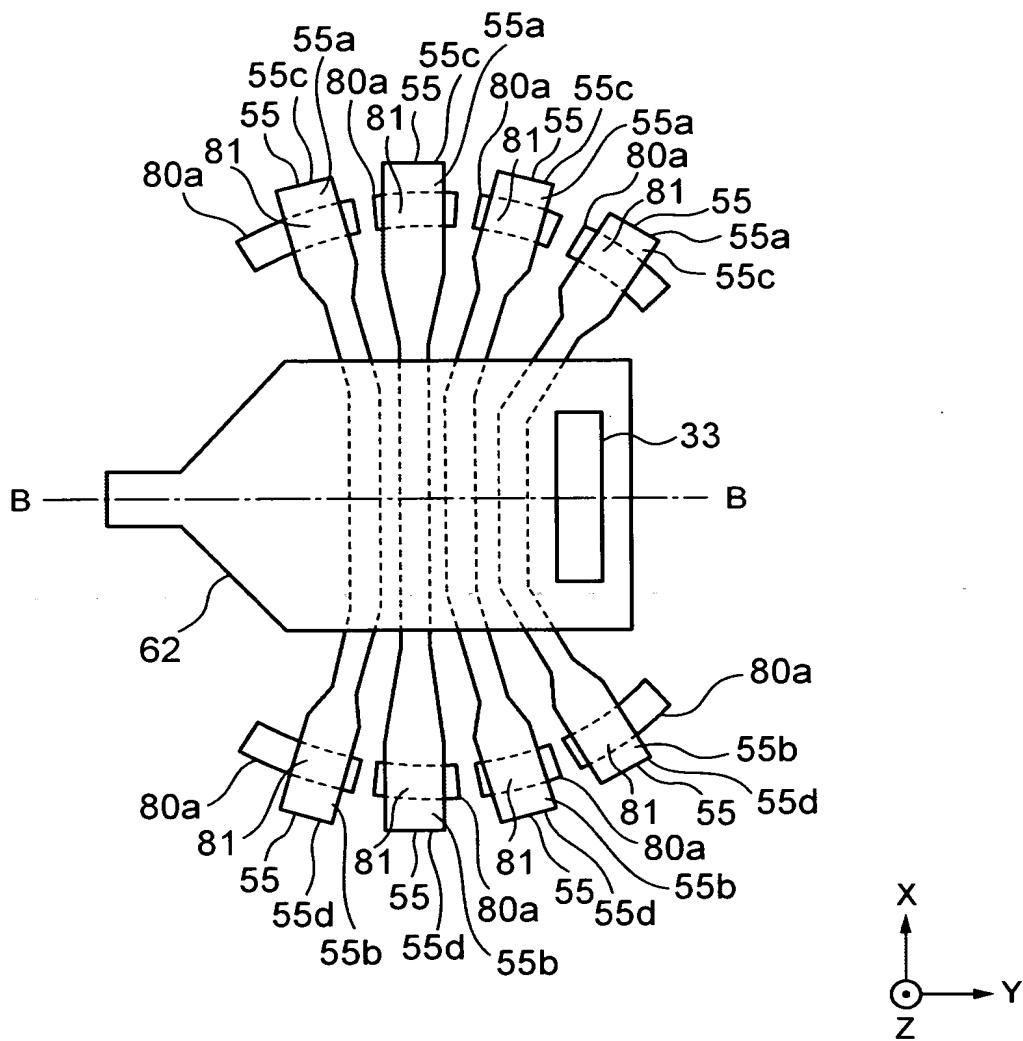
【図4】



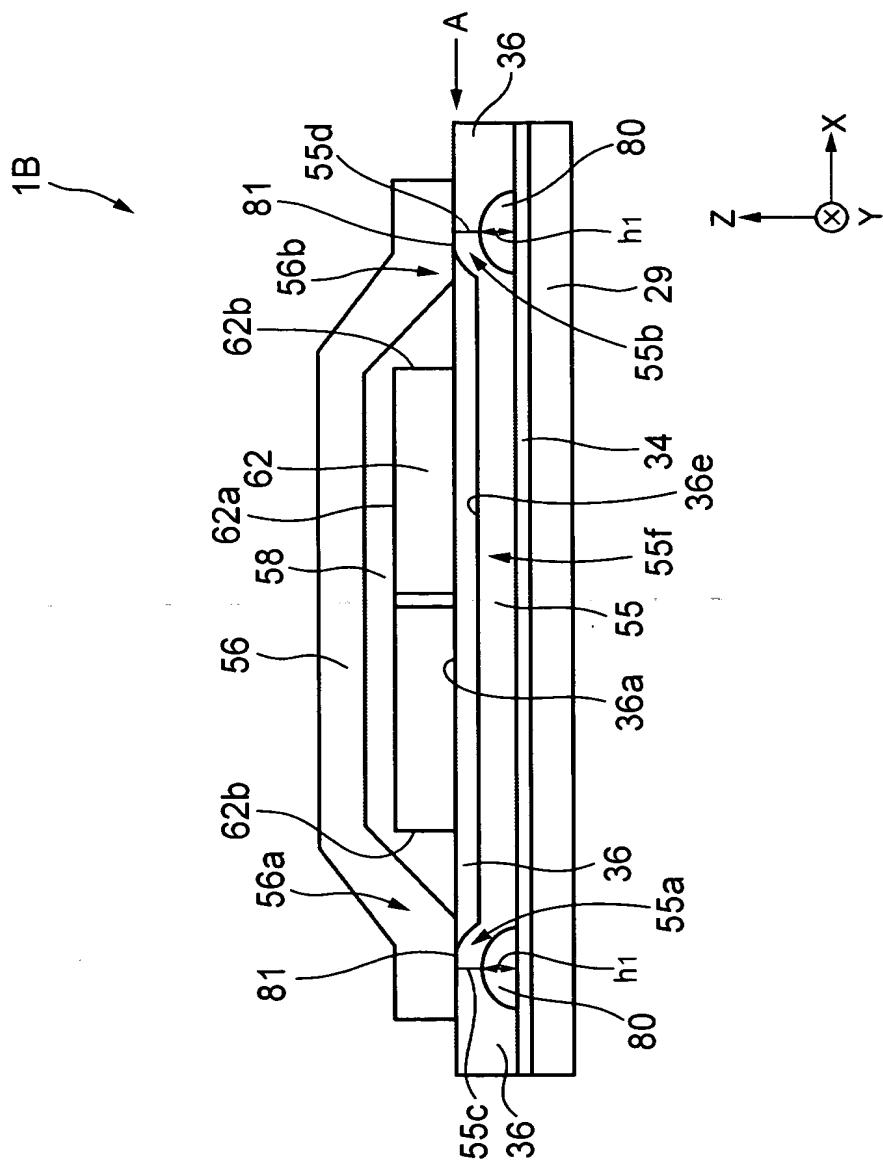
【図5】



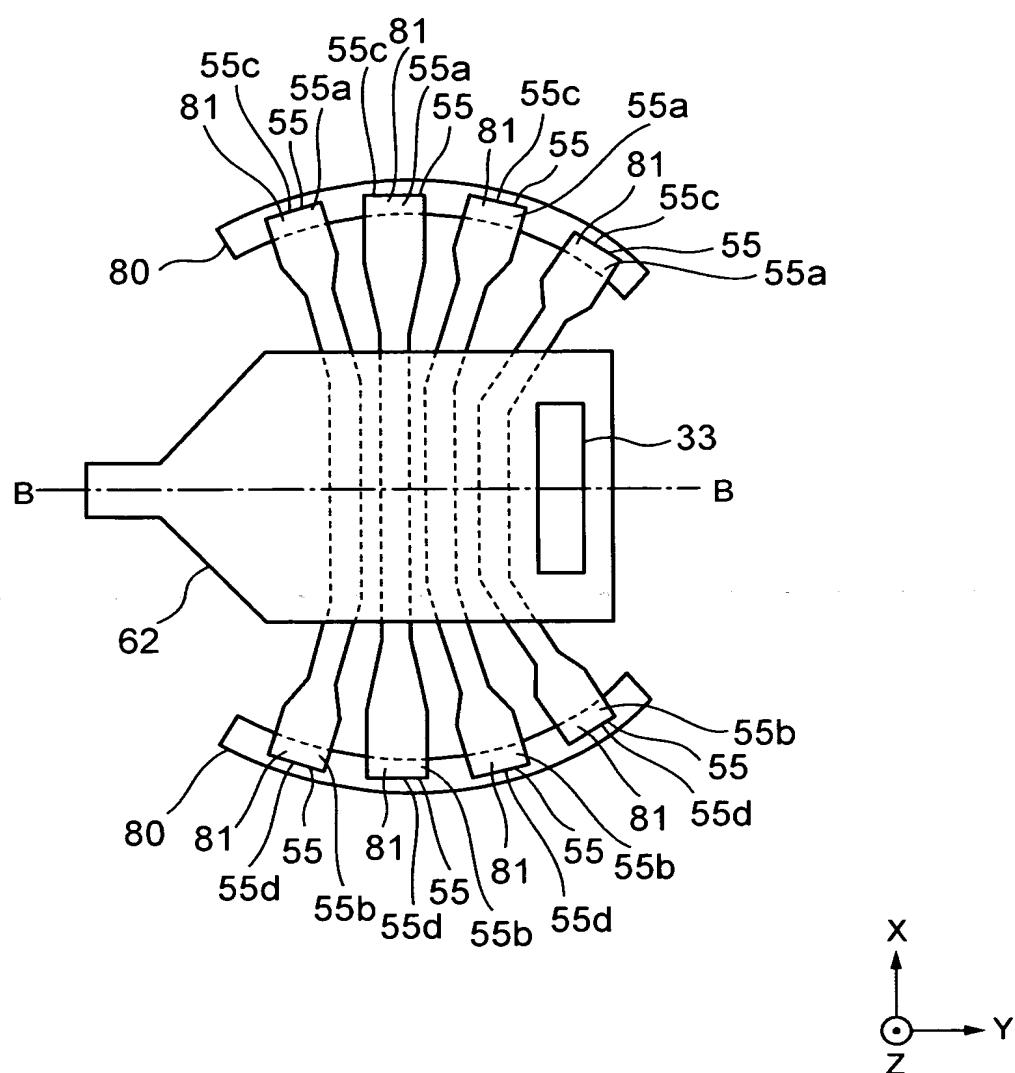
【図6】



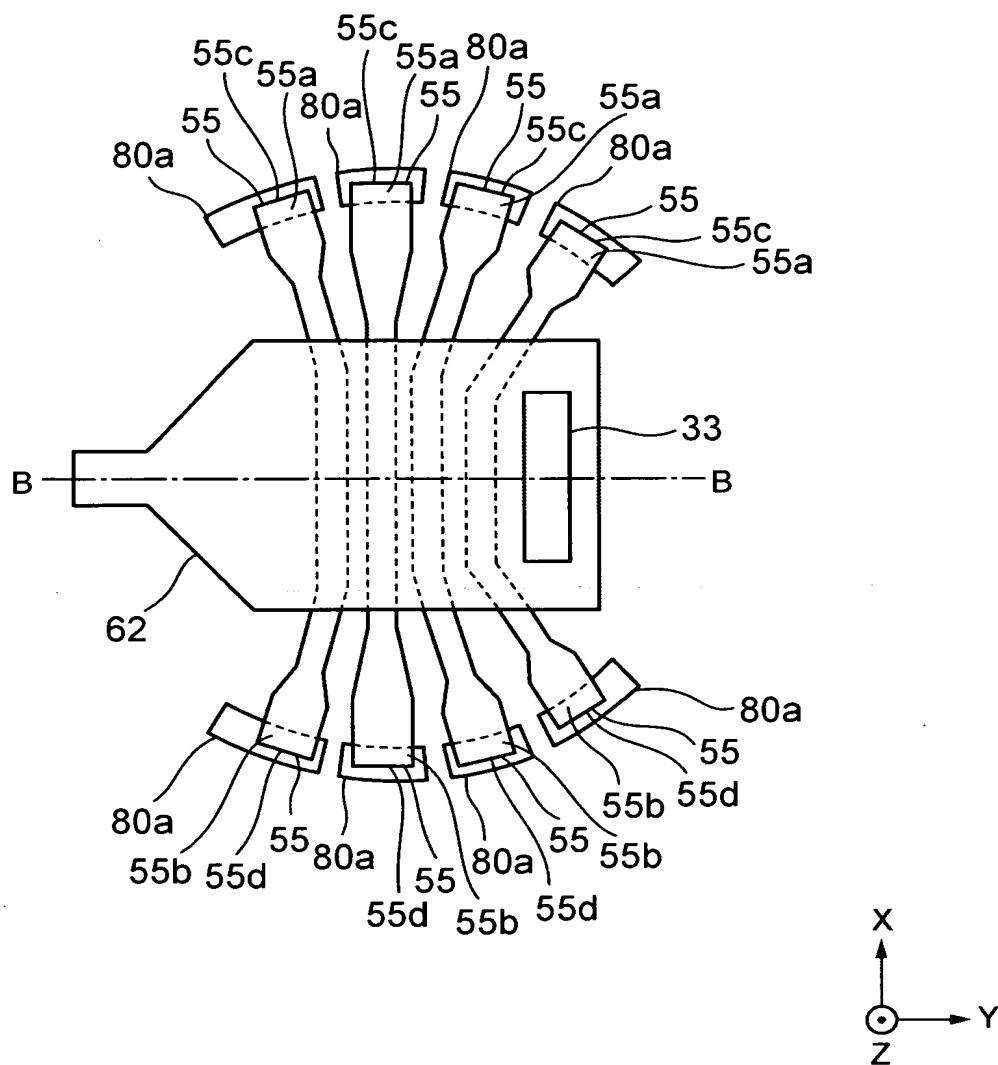
【図7】



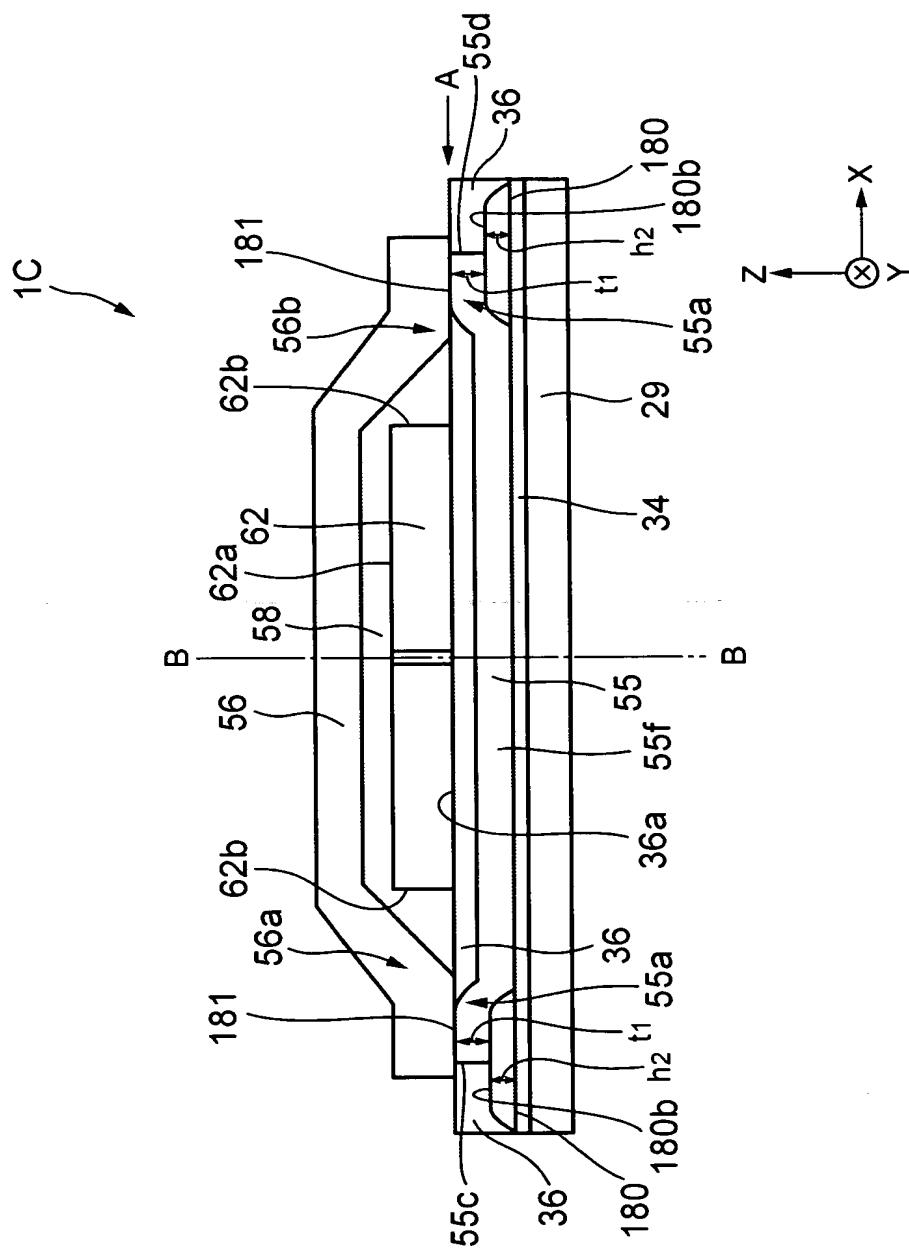
【図8】



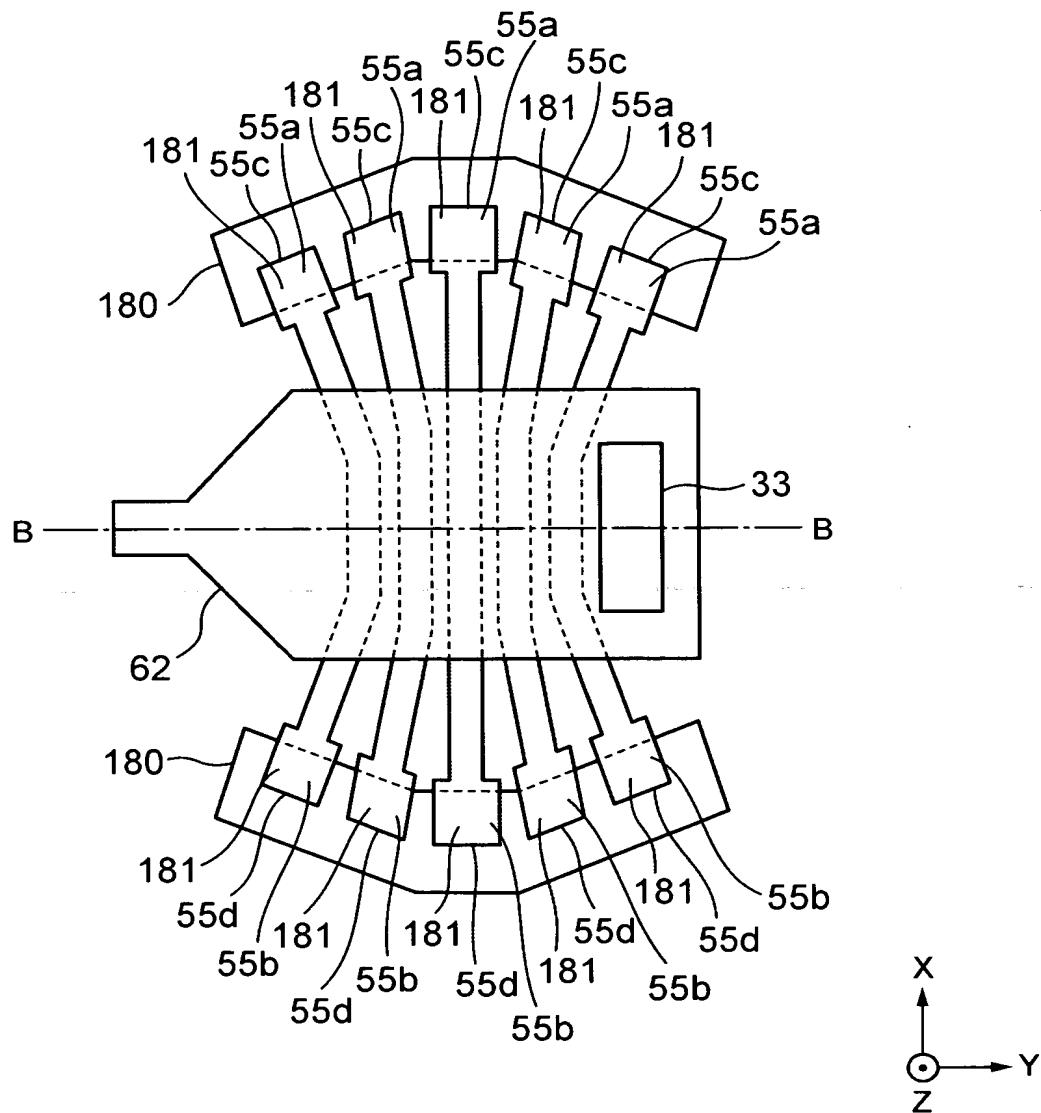
【図9】



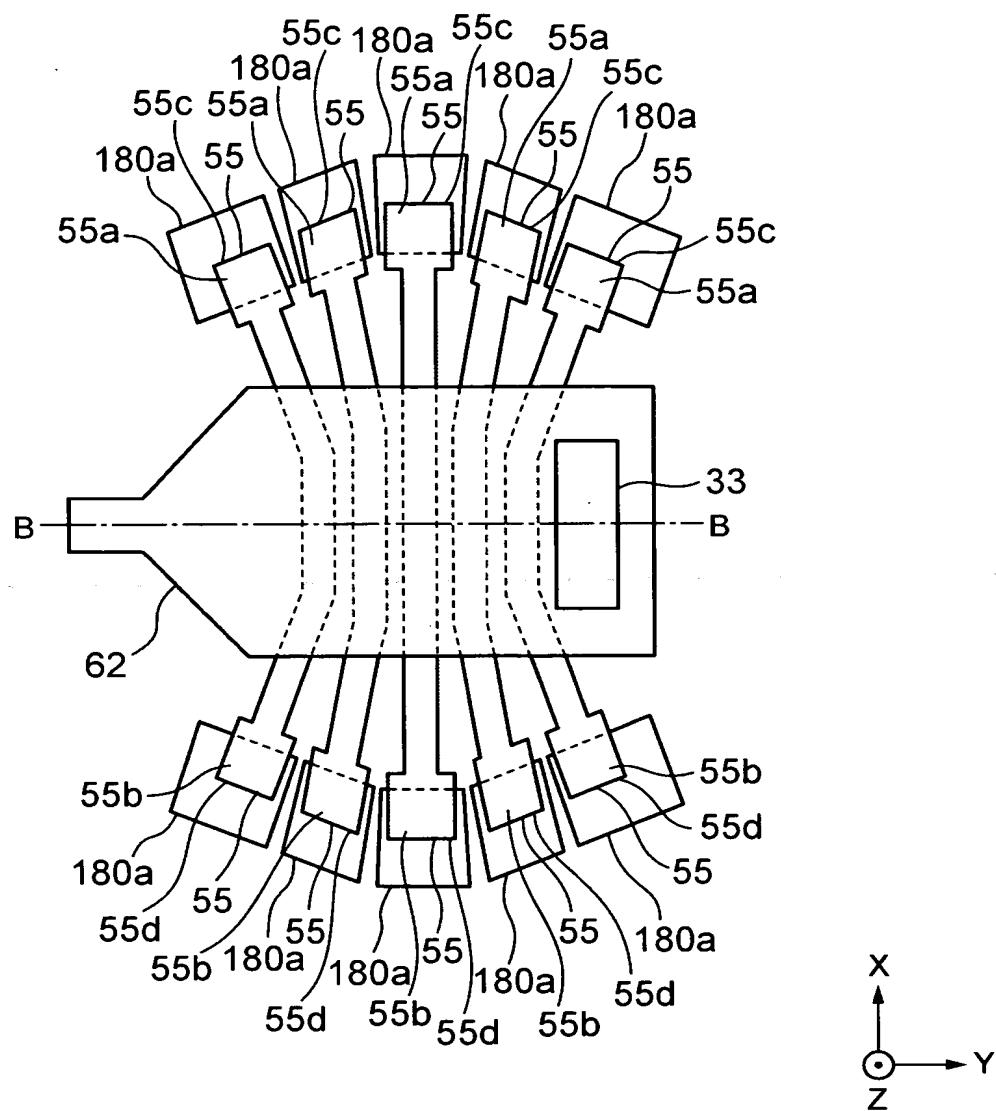
【図10】



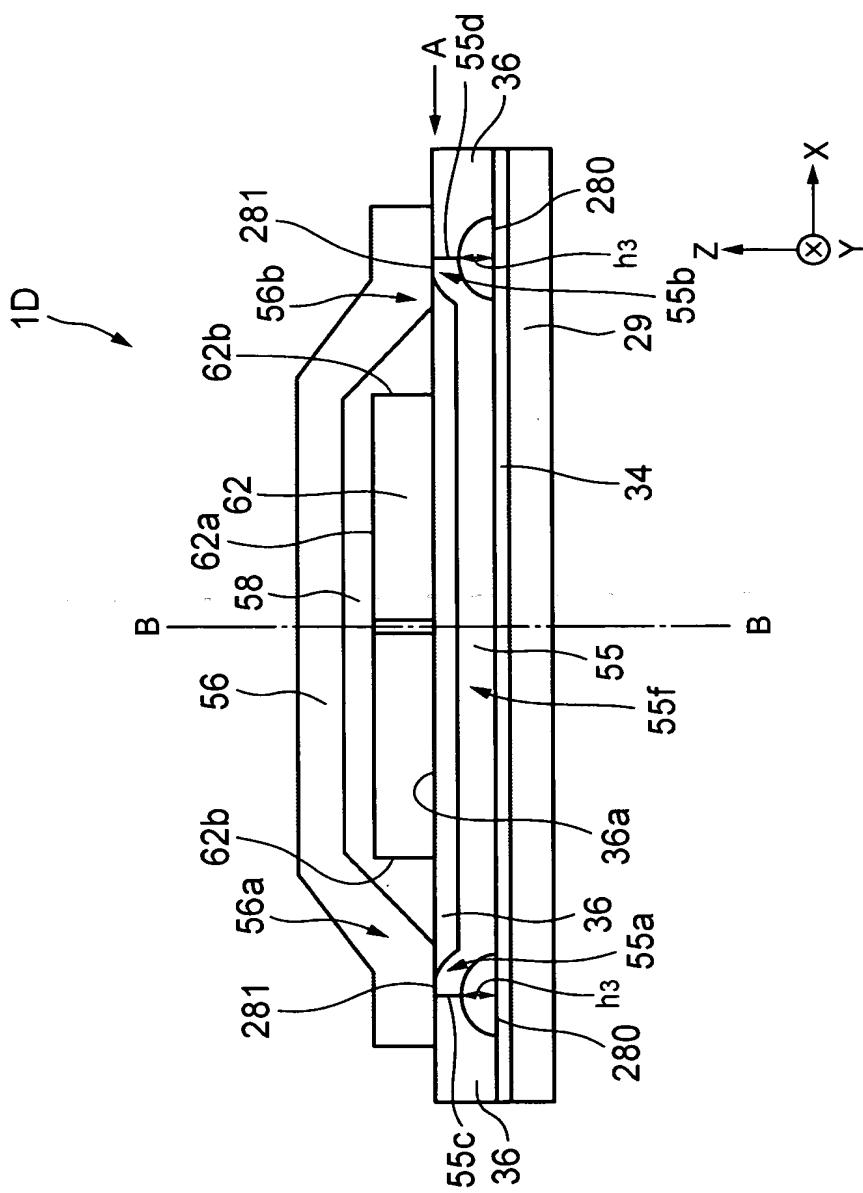
【図11】



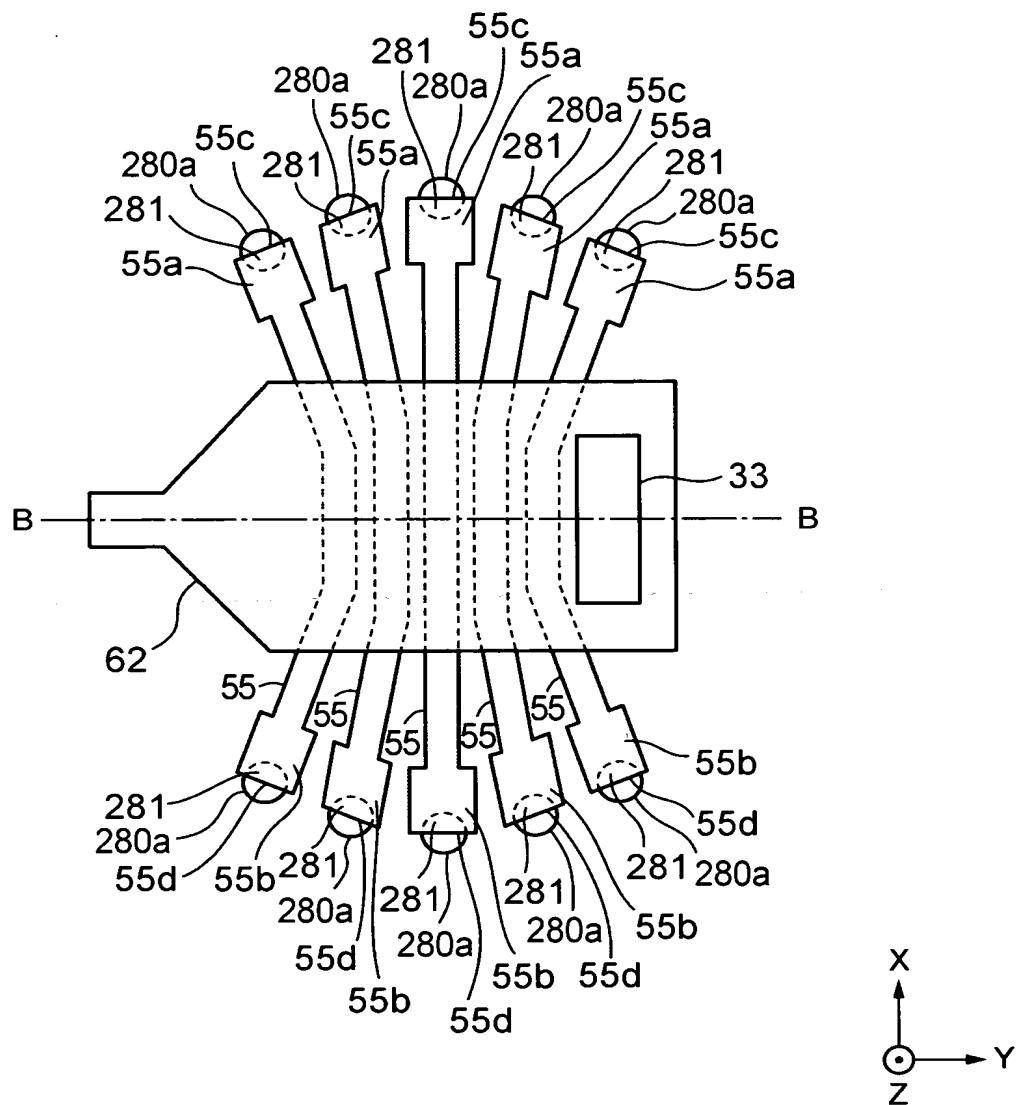
【図12】



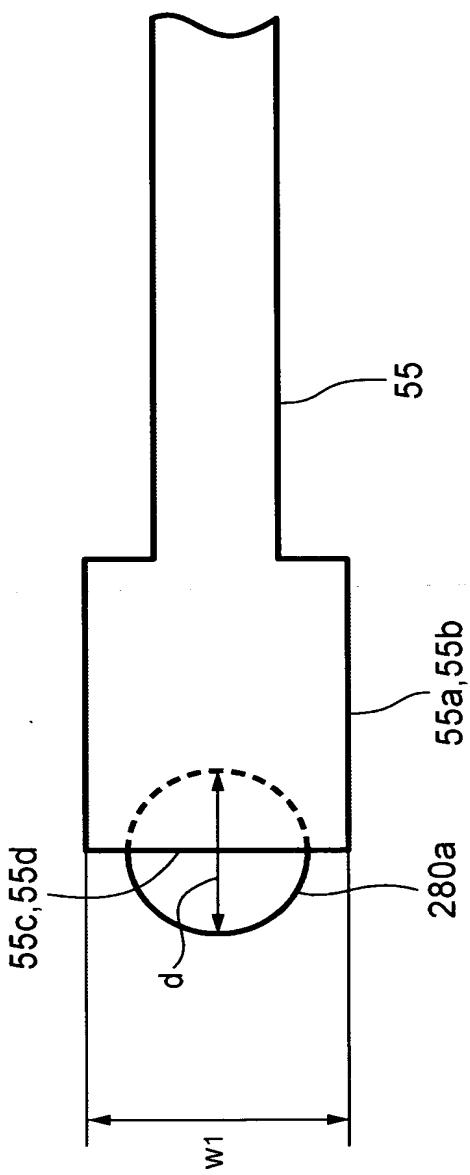
【図13】



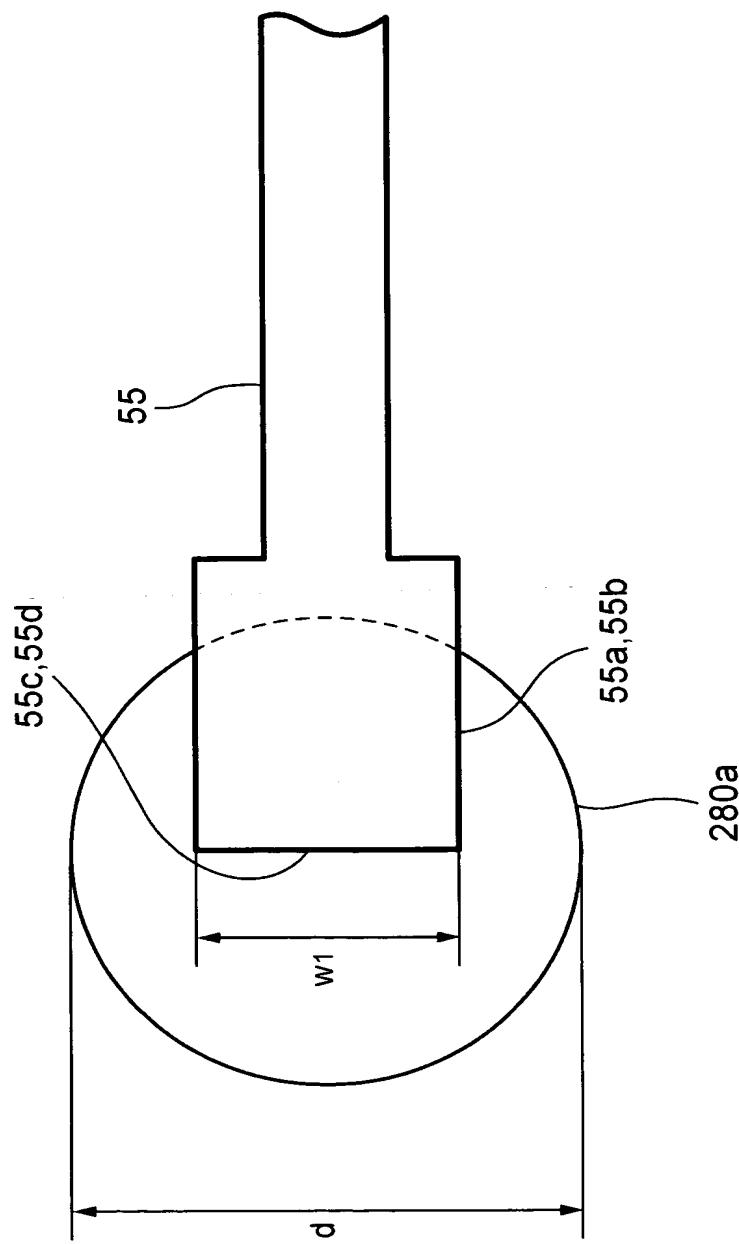
【図14】



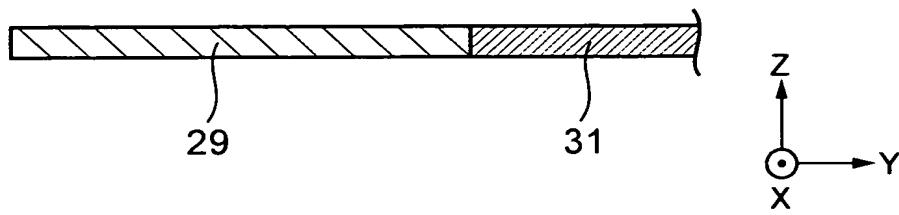
【図15】



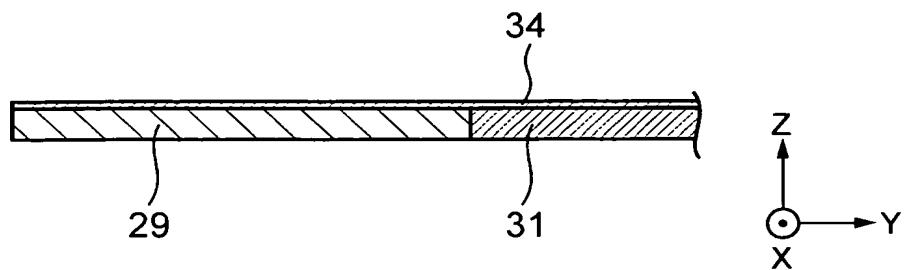
【図16】



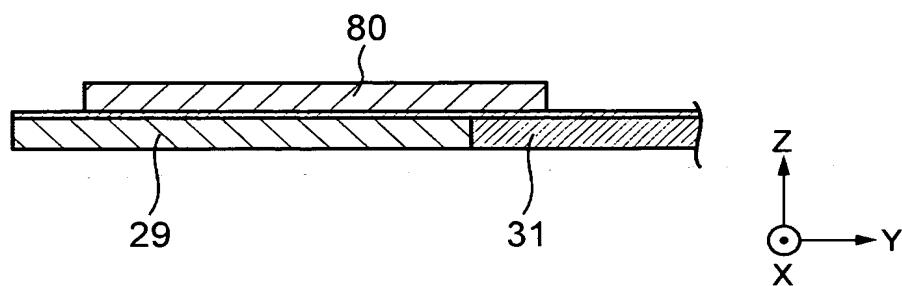
【図17】



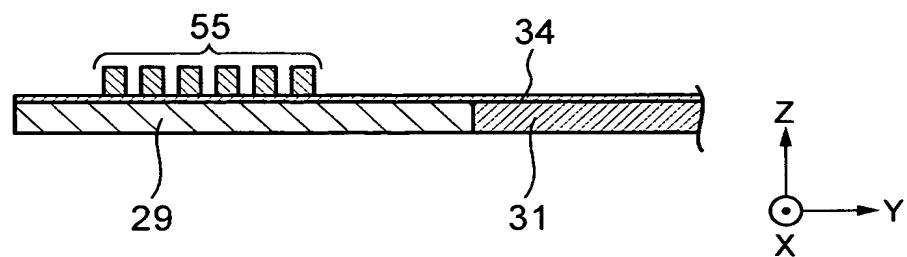
【図18】



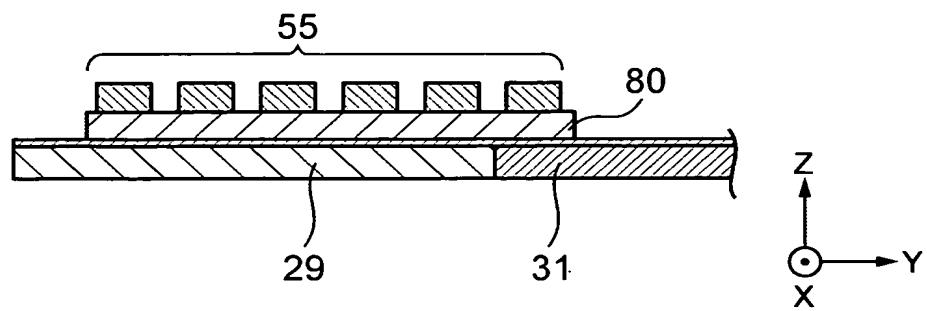
【図19】



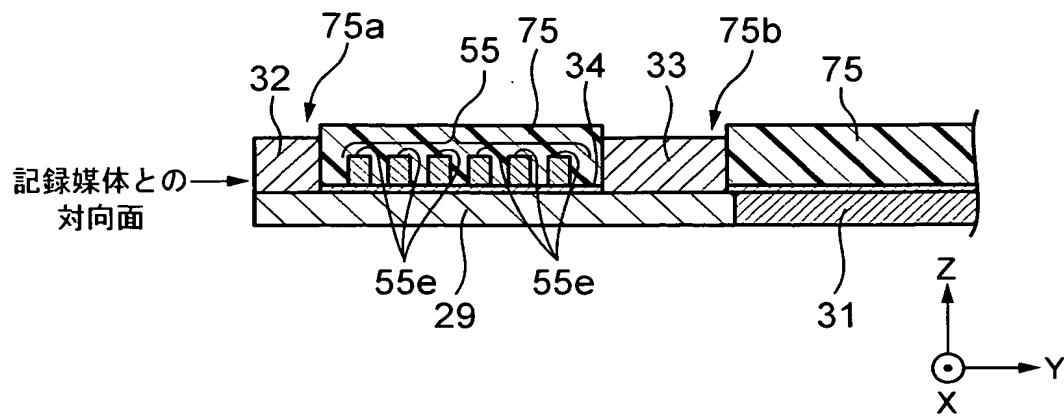
【図20】



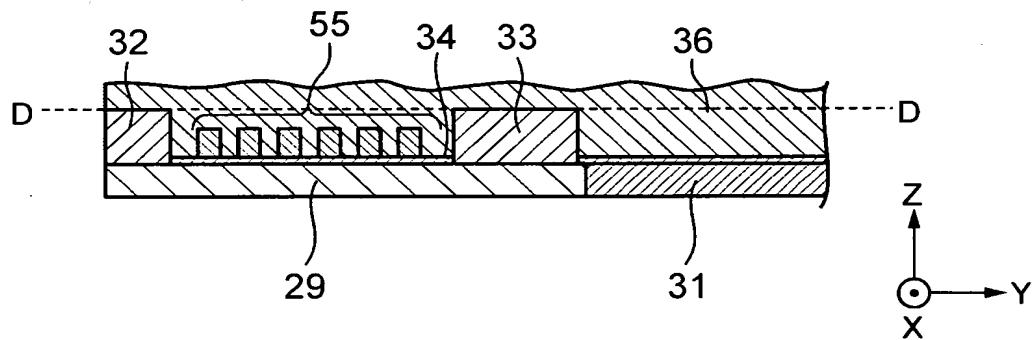
【図21】



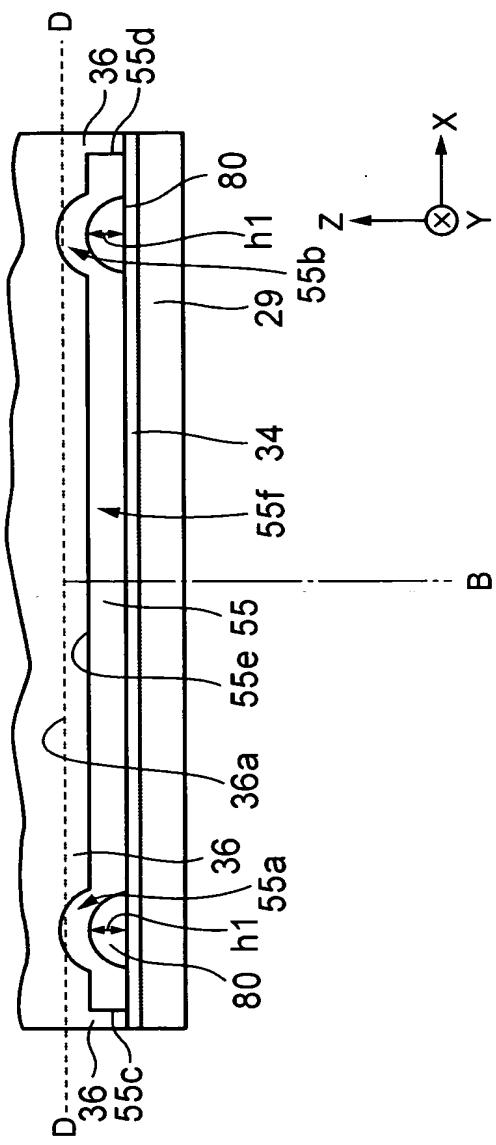
【図22】



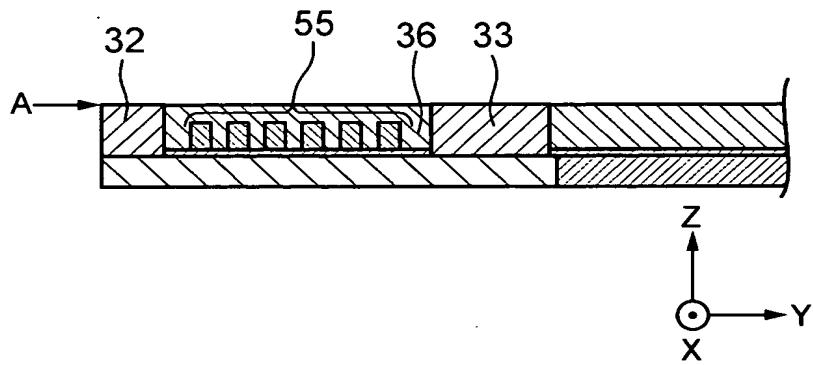
【図23】



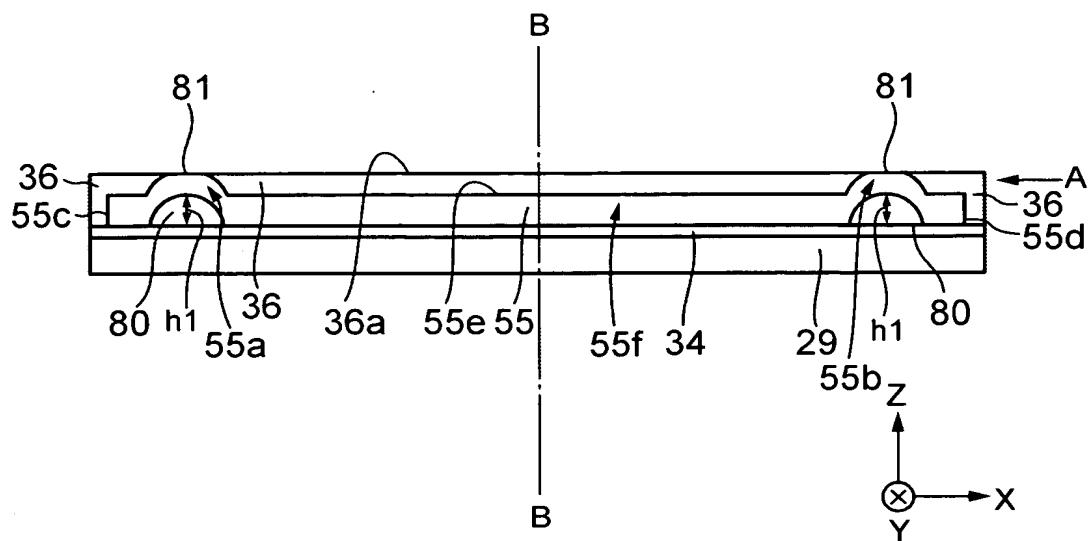
【図24】



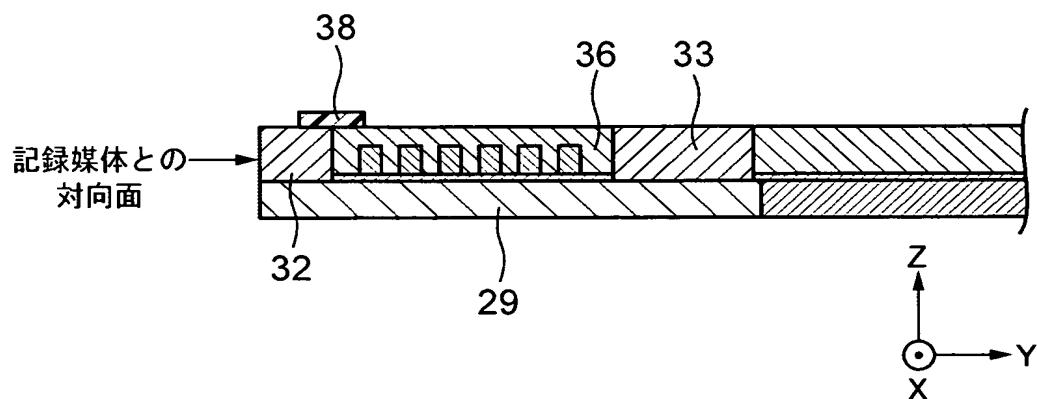
【図25】



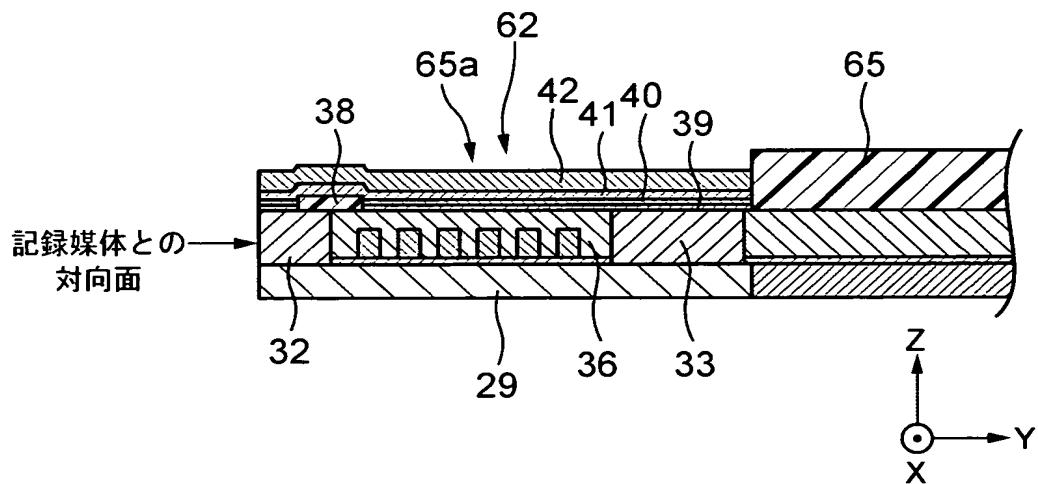
【図26】



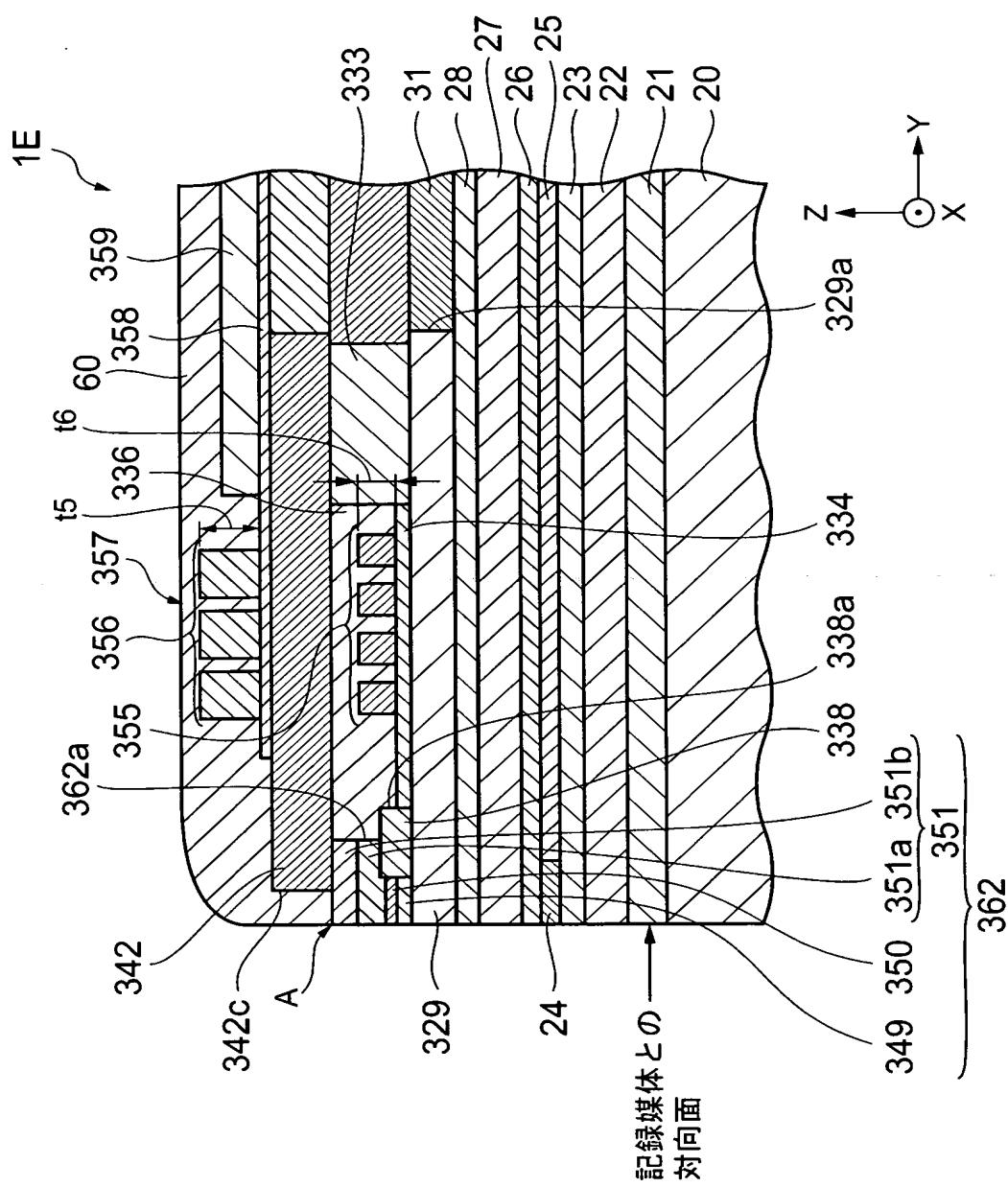
【図27】



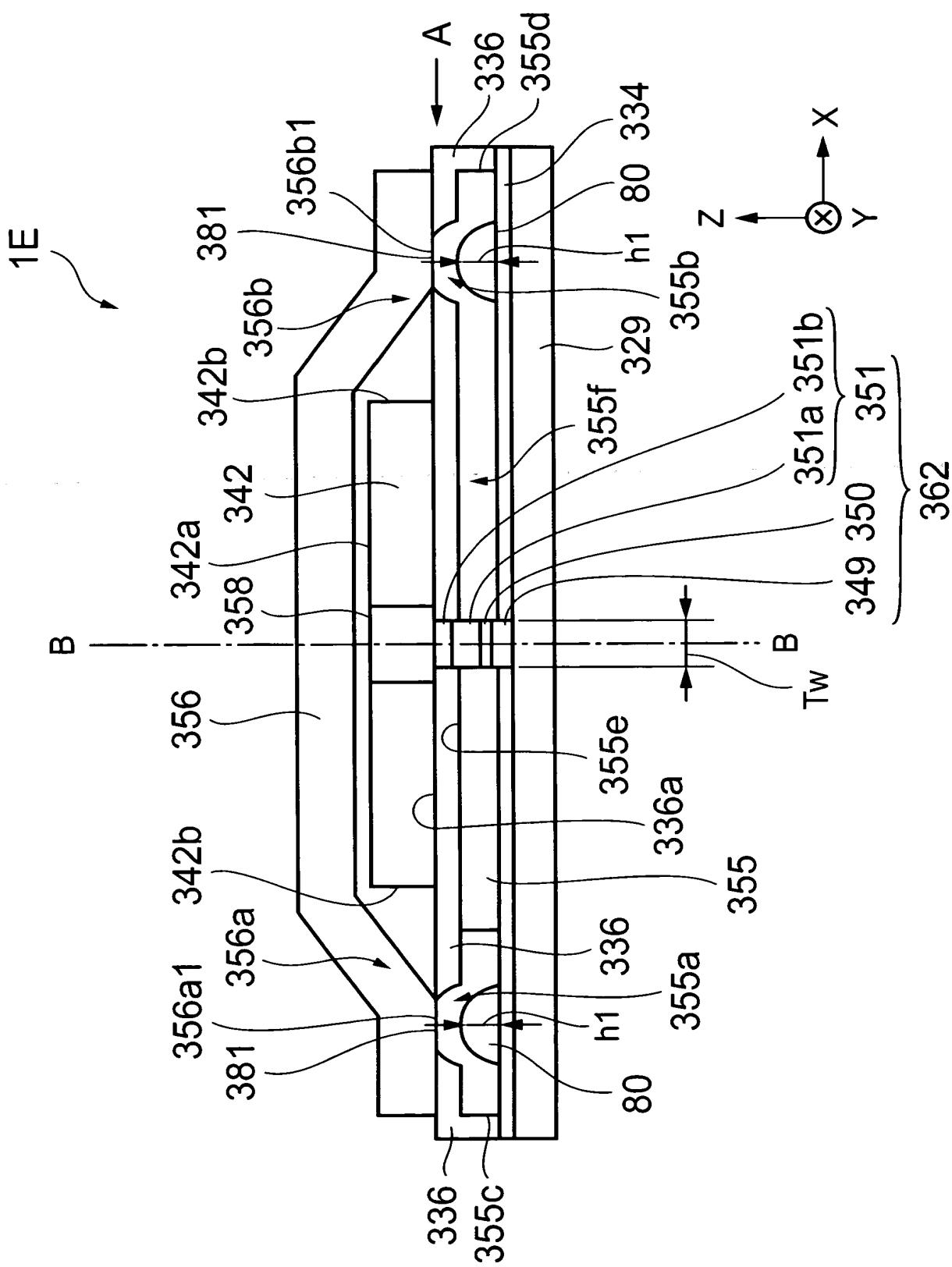
【図28】



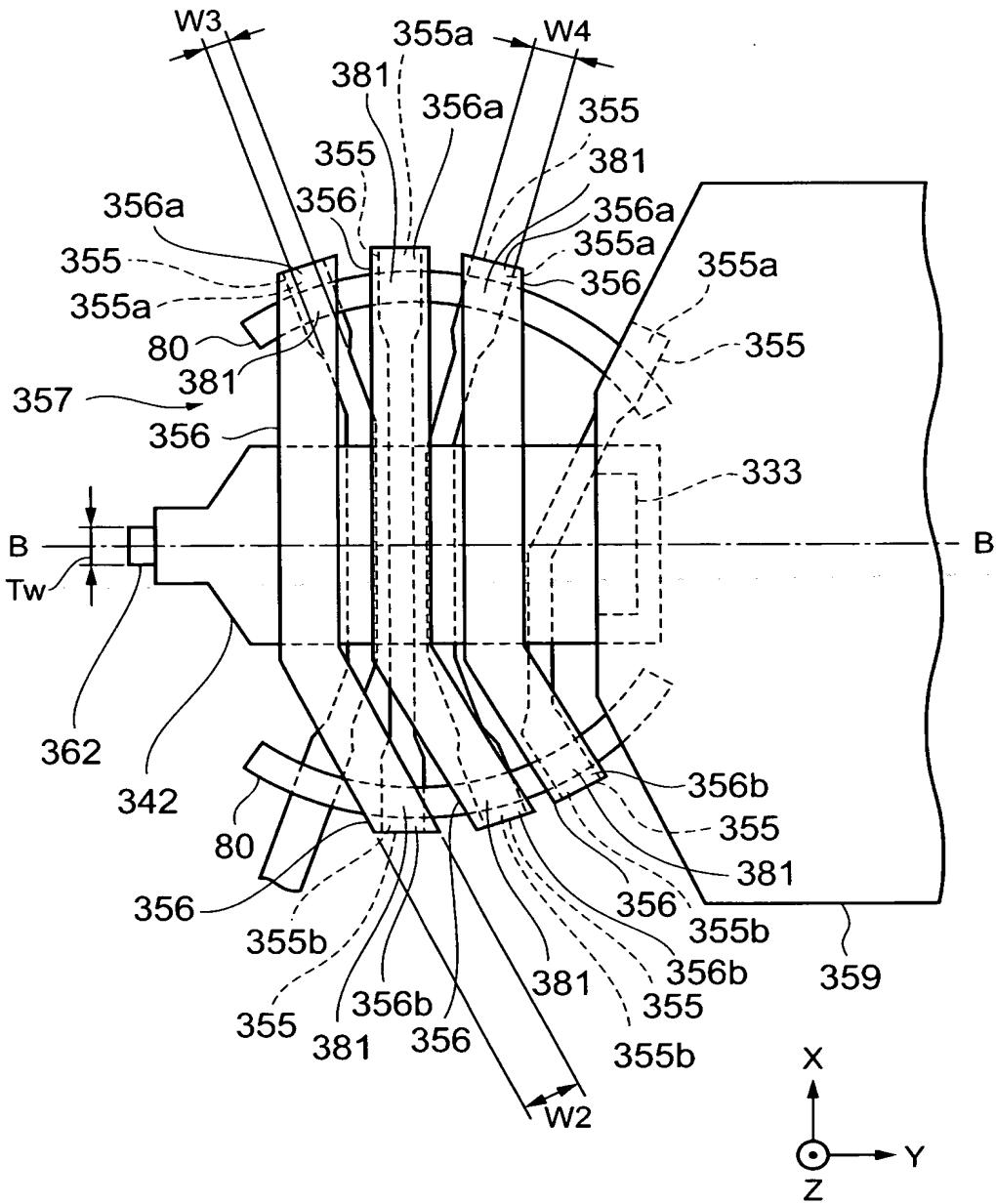
【図29】



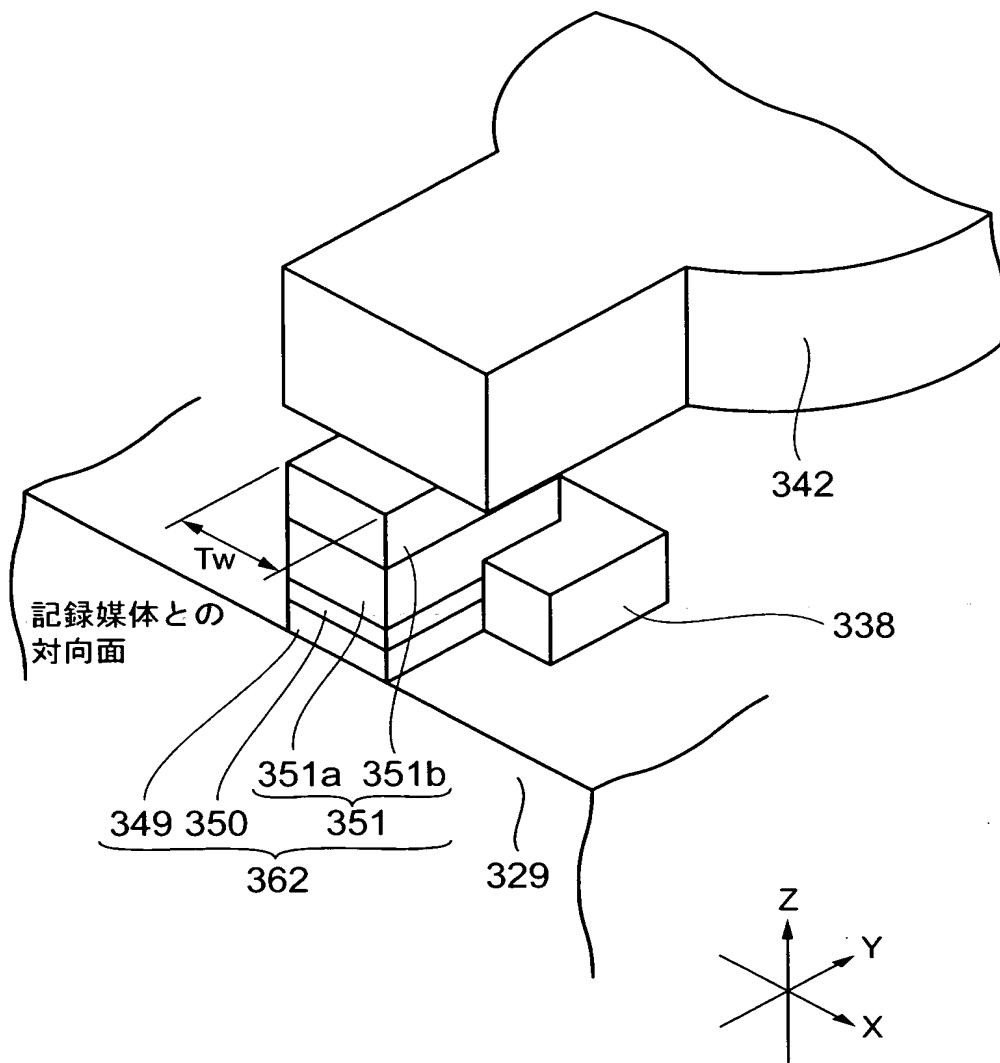
【図30】



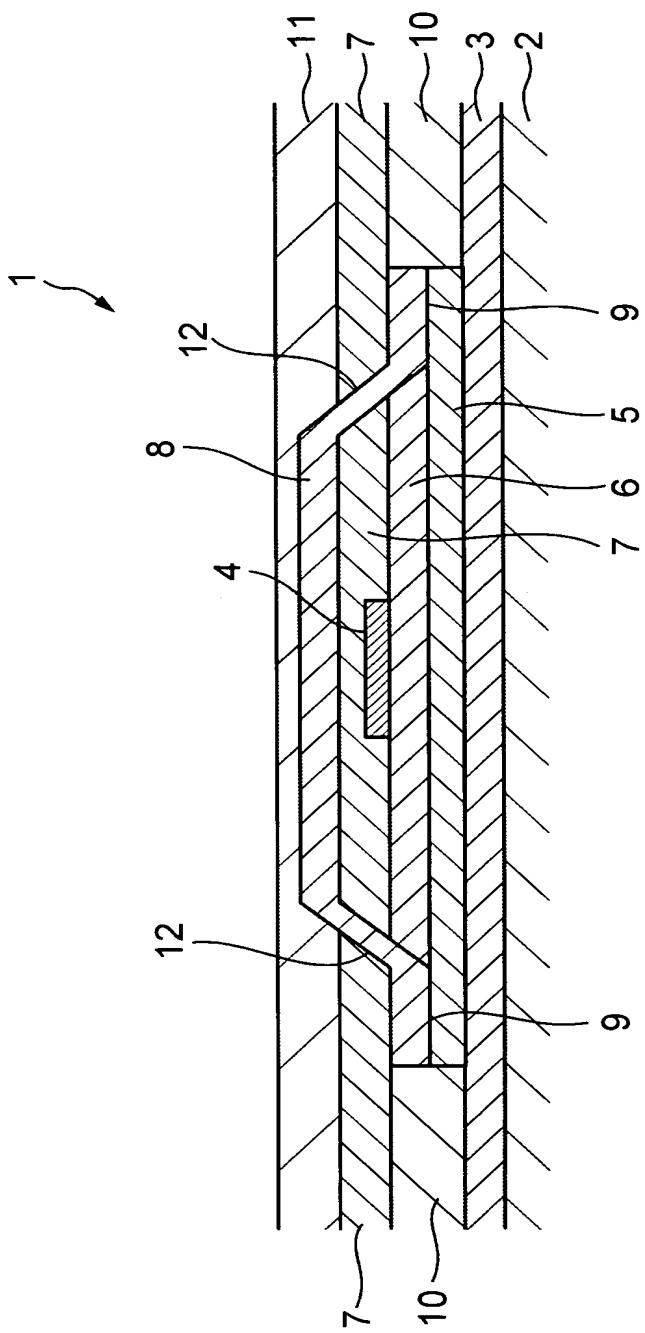
【図31】



【図32】



【図33】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 第1コイル片と第2コイル片との接続抵抗を小さくできるとともに磁気飽和し難く、磁化効率の向上が可能な薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33で囲まれた空間内に、コイル絶縁層36で覆われた複数本の第1コイル片55がハイト方向に並んで形成されている。前記コイル絶縁層36上、隆起層32上及びバックギャップ層33上に形成された積層体62上に、絶縁層58を介して複数本の第2コイル片56がハイト方向に並んで形成されている。前記下部コア層29と前記第1コイル片55との間には持ち上げ層80が形成されており、前記第1コイル片と前記第2コイル片とは前記持ち上げ層80の上方でコイル絶縁層36から露出した接続面81において接触している。

【選択図】 図2

特願 2003-293390

出願人履歴情報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

氏 名 アルプス電気株式会社